

科学技術動向

科学技術動向研究

ニュートラスーティカルに
関する研究動向

P.1

P.8

防災・減災のための
情報通信システムの相互運用

P.2

P.19

トピックス

ライフサイエンス分野

P.3

1 多様な生物種間の相関関係網に注目した生態系理解

情報通信分野

P.4

2 米国のテレビ電波を用いたブロードバンド通信の公開テスト

エネルギー分野

P.5

3 微生物による枯渇油田の再生利用技術

社会基盤分野

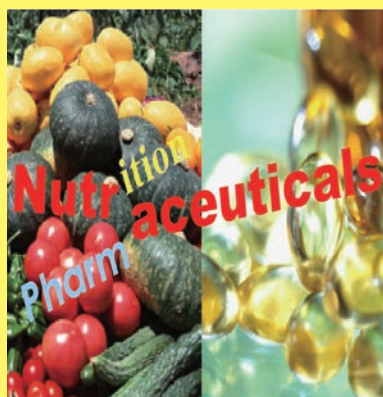
P.6

4 「竜巻注意情報」を日本でも提供開始

その他の分野

P.7

5 米国 NSFの「科学およびイノベーション政策の科学」研究助成



提供：豊橋市

ニュートラスーティカルに関する研究動向

近年の食生活、生活様式の変化がもたらす生活習慣病の増加によって、生活者は医療費の過大な負担を強いられており、食品と健康の関係に注目が集まっている。特に高齢化が進行する現状で、健康寿命の延長を積極的に保証することは、これからの日本の大きな課題であり、疾患予防効果のある食品や健康増進効果を有する食品への期待は非常に大きい。また、疾患予防や健康増進によって、結果として医療費の削減に繋がるという医療経済学的効果も大いに期待されている。

これらの課題に対し、「医食同源」の考え方に基づいて生活習慣病を「医薬品による治療」から「食品による積極的予防」へと変貌させ、健康に歳をとる社会を目指そうとする試みがある。ニュートラスーティカル (Nutraceuticals) という、疾患を予防するという新たな機能を有する食品の概念で、栄養素 (Nutrition) と医薬品 (Pharmaceuticals) の2つの言葉を融合して命名されたものである。

ニュートラスーティカルの基盤技術となっているのが、近年のゲノム技術を駆使したニュートリゲノミクス (Nutrigenomics: 栄養ゲノム科学) で、食品成分の機能や安全性を評価検証する方法となっている。創薬の分野における薬効を判断するための生体マーカー技術を取り入れ、蛋白質や遺伝子発現のレベルで、食品・食品成分の効果を検証できるようになりつつあり、さらに、個人の遺伝子の差異を表す SNP (Single Nucleotide Polymorphism: 一塩基変異) の解析により、同じ食品成分を摂取したときの疾患リスクの個人差やアレルギー反応の有無などの予測などにも利用できると期待されている。

日本では1984年に文部省が「機能性食品」の研究を開始し、1991年に「特定保健用食品」制度を施行するなど、世界に先駆けて食品による疾患予防というコンセプトを提唱している。英国の学術誌 Nature で「Physiologically functional food: 機能性食品」として紹介され、将来の健康を担う食品カテゴリーとして国際的に高く評価され、認知されて来たという経緯がある。日本では、産学連携によるニュートラスーティカルの産業化および実用化が進められつつあるが、また欧米でも研究と開発が進められている。

将来的インパクトを勘案したうえで、今後の基盤的な研究開発に関しては、1) 疾患予防効果を科学的に評価する基準の構築と標準化、2) ヒトで疾患予防効果の評価ができる試験体制の構築、3) 基礎研究から産業化への切れ目のない研究開発連携体制の構築が必要である。

防災・減災のための 情報通信システムの相互運用

防災・減災においては、自助・共助・公助の様々な場面で、ハザードマップや被害想定図等の災害に関する情報を効果的に活用することが重要である。平成19年6月1日に閣議決定した長期戦略指針「イノベーション25」においても、早急に開始すべき「社会還元加速プロジェクト」のひとつとして、「安全・安心な社会」を目指した「きめ細かい災害情報を国民一人ひとりに届けるとともに災害対応に役立つ情報通信システムの構築」が挙げられており、国・自治体・企業・地域コミュニティなどでは、様々な防災・減災のための情報通信システム(以下、「防災情報システム」)の構築が行われている。

これらに対して、今後の防災・減災対策を検討および立案する観点から、特にマルチハザード・マルチリスクへの対応と不確実性考慮のための「情報の統合利用」と、情報の信頼性を確保するための「情報間の連動」との2点が求められている。これらの要件を充足するには、利用者が情報提供者の構築したシステム上でのみ情報を利用するという従来の一方向の固定化した運用方式ではなく、各情報システム間でのインターフェースを標準化し、外部で提供されている様々な情報を利用者側のシステムに動的に取り込んで利用することが可能となる「相互運用」方式が有効である。例えば、市民が地域活動で利用しているシステム上に、行政が提供する各種災害に関連する情報を取り込み、これらを「統合利用」することで認識の相違を踏まえた共助の防災・減災対策を検討でき、また、独立した災害情報提供システムを「連動」させることでつねに最新の情報を活用することができるようになる。このように、誰もがすべての情報をどのシステム上でも利用できる環境が実現する。また、利用者が様々な情報を組み合わせ、新しい独自の利用法を編み出す、ユーザイノベーション創出という点でも可能性が広がる。相互運用に向けた技術開発や制度検討は、公的研究機関や企業団体などで進められているものの、現在は多くの情報が情報の種類ごとに独立して進められており、今後は異種情報間での連携が必要である。

相互運用に向けては、まず、現状の防災情報システムが順次これに対応できるように、各機関あるいは団体の積極的な取り組みを推進するための情報提供ガイドラインの整備が必要である。また、この防災情報システムを活用した防災・減災対策を実現できるように、その効果的な実行方策や活用システムに関する研究開発が必要であり、これらを推進するための社会的制度や情報活用ガイドラインの整備も必要である。さらに、情報の提供者は、情報の提供・システムの構築・相互運用の実現を最終目的とするのではなく、提供した情報が的確に活用されるようフォローアップを積極的に行うことが重要である。一方、情報の利用者は、防災情報システムの相互運用を防災・減災のための基盤として活用し、対策の検討および立案、そして、自助・共助・公助による防災行動を効果的に行っていくことが重要である。

生態系は、多様な生物が影響を及ぼしあいながら進化すること（共進化）によって形作られる。共進化の研究では、競争や捕食という関係が注目されがちであったが、相互に利益を与え合う相利共生に注目した研究が盛んになりつつある。アフリカ東部では、草食動物からアカシアを守る蟻と、蟻に対して生息場所や栄養価の高い分泌物という「報酬」を与えるアカシアとの共生関係が知られている。しかし、アカシアの生息帯を大型野生動物から10年間隔離する実験は、アカシアの成長の低減と枯死の倍増という結果をもたらした。この実験により、「報酬」を減らす方向へのアカシアの木自体の生理・形態的变化と、そこに生息する蟻の種間での勢力関係や行動の変化が解明され、生態系の保護には、種という要素だけではなく、多数の要素間の相関関係網が重要である事が確認された。今後、遺伝子段階から、生物個体の行動、種内の社会、生態系まで様々な階層をつなぐ研究が進むと期待される。

トピックス / 多様な生物種間の相関関係網に注目した生態系理解

生物界では、分子・細胞・器官（臓器）の段階や、同一生物種の群・社会、他の生物種や環境を含めた生態系など、様々な階層で複雑な相互作用の網目が張り巡らされている。生態系の保護や生物多様性の維持に関して、特定の生物種のみに着目するのではなく、多様な種間の長期的な相関関係網を考慮することの重要性を示唆する研究結果が、2008年1月、Palmerらによって報告された¹⁾。

例えば、蟻は、様々な植物との間で、相互に利益をもたらす相利共生関係^{注)}にある事が知られている。アフリカ東部の高原では、アカシア属の一種の木に生息する蟻として四種が知られている。種間の競合の結果、個々の木をいずれかの種が占有し、それぞれの種が独自の方法で木を草食動物や害虫から保護する。アカシアは蟻に対して、安全で繁殖に適した生息場所 domatia や、栄養価の高い蜜の分泌という「報酬」を供給する。

ケニア高原では、長期的かつ大規模に生態系の観察・解析を行う禁牧実験 (KLEE) 計画²⁾が進められてきた。4ヘクタール毎のアカシア生息帯を電流柵で囲み、キリンや象などアカシアの葉を食べる大型草食動物が排除された。

数年前にPalmer等は、禁牧区内のアカシアより、動物に若芽の一部を食べられる、区外のアカシアの方が健康そうに見えることに着目し、解析を始めた。アカシア生息帯を12箇所選び、1995年時点と2005年の、禁牧区と非禁牧区の生態を比較すると、禁牧区では10年間に、総じて木の成長は鈍り、枯死する木が倍増していた。詳細な解析の結果、アカシアが蜜腺や蟻の生息場所 domatia の量を減じた事が判明した。その結果、四種の蟻の間の勢力関係や行動が変化し、アカシアの幹に幼虫の巣穴を穿つ害虫が増加した。草食動物によって食べられるという、アカシアにとって一見不利に見える状況が、大局的にはアカシアの生存に利する事が判明した。

複雑な生物系に関し、特定の構成要素のみに着目し、その要素の利益を想定してヒトが促進的介入を行った場合、想定外の結果を来し、それが大きな弊害となる可能性が示唆される。

生態系は、多様な生物が影響を及ぼしあいながら進化すること（共進化）によって形作られる。共進化を研究する際、これまで競争や捕食という関係が注目されがちであったが、相互に利益を与え合う相利共生に注目した研究が盛んになりつつある。

異なった種間の特異的な共生関係を支える生化学的基盤については、これまでほとんど実証されていなかった。今回の研究では、アカシアの生理・形態的变化の分子段階での解析も行われた。今後、遺伝子段階から、生物個体の行動、種内の社会、生態系まで様々な階層をつなぐ研究が進むと期待されている。

注：生物の共生 symbiosis とは、二種の生物が、生理的・生態的に緊密な関係を保ちながら、共に生存する事である。その中でも、双方が得をする関係を相利共生 mutualism という。他の共生の仕方には、一方が得をして他方が損をする寄生 parasitism や、一方が得をして他方は得も損もしない片利共生 commensalism がある。

競争や捕食、共生といった関係に基づく、進化の概念は、経済理論にも応用されている。

参 考

- 1) Palmer, T.M. et al 'Breakdown of an Ant-Plant Mutualism Follows the Loss of Large Herbivores from an African Savanna.' Science Vol. 319 p192-195 (2008),
- 2) <http://tpyoung.ucdavis.edu/KLEE/index.html>

米国連邦通信委員会の Office of Engineering and Technology が、「White Space」と呼ばれるテレビの未使用周波数を用いたブロードバンド通信の公開テストを行っている。テレビ用電波は1つの局で半径 50km 程度の地域をカバーでき、従来の電話回線を利用した ADSL よりも広範囲での利用が可能であるため、米国内の人口密度の低い地域への導入を想定している。このテストに成功すれば、コンピュータ用のカード型無線機の製造も始められる見込みである。無線方式は、IEEE802.22 が採用され、2008 年 2 月に開催された国際会議 ISSCC ではこれに対応する発表も見られた。ブロードバンド通信による安価なコミュニティネットワークの構築だけでなく、デジタルテレビ放送とインターネットとの融合による新たなメディアの出現も期待されている。

トピックス 2 米国のテレビ電波を用いたブロードバンド通信の公開テスト

米国連邦通信委員会 (Federal Communication Commissions : FCC) の Office of Engineering and Technology は、2008 年 1 月 24 日より「White Space」と呼ばれるテレビの未使用周波数を用いたブロードバンド通信の 2 回目の公開テストを開始した¹⁾。

従来の電話回線を利用した ADSL では高周波の減衰が大きく、中継局からの距離が遠い（概ね 3km）と回線速度が遅くなり、場合によってはブロードバンドによるリンクが成立しない。しかし、UHF 帯や VHF 帯のテレビ用電波は遠くまで届くため、1つの局で半径 50km 程度の地域をカバーできる。FCC は、米国内の人口の多数が生活する人口密度の低い地域への導入を想定し、同時にテレビ電波の White Space をブロードバンド通信として有効活用したいという考えをもっている。上記のテストは適当な送波条件を探り、機器の認定や免許などの法改正の資料とするためのものである。

1 回目のテストは、2007 年 6 月に、Microsoft 社・Philips 社などの 8 社連合から試作機の提供を受けてテストを行ったが、テレビ放送との干渉が大きく失敗していた¹⁾。しかし、今回は Adaptrum 社・Microsoft 社・Motorola 社・Philips 社の 4 社から試作機の提供を受けて、さらに本格的なテストを行っており、実験室で 6 週間の精密テスト後に、約 5 週間の野外テストを予定している。

米国の世帯当たりのブロードバンド普及率は約 50% (2007 年 11 月時点)²⁾ であり、人口あたりの普及率では世界 15 位にとどまり³⁾、ブロードバンド先進国の韓国やアイスランドに大きく差をつけられている。ブッシュ大統領は、2007 年までに全ての国民にブロードバンドを利用可能にするという目標を掲げていたが、時期は遅れたにせよ、今回の実験が成功すれば、この目標に一步近づくことになる。

米国内では、ブロードバンド通信による安価なコミュニティネットワークの構築、あるいは放送とインターネットとの融合による新たなメディアの出現への期待などにより、この目標を歓迎する声がある一方で、放送業界からは、電波干渉の恐れもあるため、WiMAX の 2.3 ~ 2.5GHz 帯の高い周波数帯を使うべきだという反対の声も出ている。したがって、FCC は上記のような慎重なテストを予定している。しかし、このテストに成功すれば、2009 年 2 月に予定されているアナログ放送停止に向けて、すでに企業数社は、コンピュータに差し込むカード型の無線機「White Space Device」の製造を始める予定である。

無線方式の規格については、2006 年 5 月にドラフト案が提案された IEEE802.22 が採用される。この規格は、周辺の電波環境の状況を検知しながら、通信に利用する周波数を自在に切り替える能力を有する。この規格策定には世界各国からの参加者の意見が反映され、アジアからは韓国と中国が参加したが、日本は参加していない。

また、韓国のサムソン電子社と米国のジョージア工科大学は、IEEE802.22 標準仕様の無線の集積化通信回路を 180nm ルールの CMOS 技術で設計したことを、2008 年 2 月に開催された国際会議 ISSCC で発表した⁴⁾。この発表は 470 ~ 862MHz の UHF 帯通信用の技術であるが、上記の米国での「White Space Device」への適用を意識したものである。

我が国でも、2011 年にアナログ電波停波が予定されており、デジタルデバイドの解消、電波の有効利用、放送と通信の新しい融合などの議論がなされている。上記のテスト結果とその後の米国の動向については注意深く見守る必要があるだろう。

参 考

- 1) FCC ホームページ: <http://www.fcc.gov/oet/projects/tvbanddevice/>
- 2) Pew Internet & American Life Project 報告: <http://www.pewinternet.org/pdfs/Backgrounder.MeasuringBroadband.pdf>
- 3) 社会実情データ図録: <http://www2.ttcn.ne.jp/~honkawa/6300.html>
- 4) ISSCC プログラム: http://www.isscc.org/isscc/2008/ap/2008AP_Final.pdf

中外テクノス(株)は、枯渇油田の地中に残存する原油を微生物で分解し、メタンガスとして回収することにより、天然ガス鉱床として再生させる技術を考案した。現在の採掘技術で商業生産できる量は埋蔵量の20～40%程度で、残りは地中に残されたまま油田は閉鎖される。同社は国内各地の油ガス田に棲息する微生物群を幅広く探索し、有用な菌体群を選別するとともに、反応メカニズムを解明した。今回、秋田県八橋の油田から採取したサンプルを用いたところ、70日程度で高いメタン生成量を確認できた。今後、実際の油田での実証試験と更なる研究を進め、実用化の可能性を検討する。

トピックス 3 微生物による枯渇油田の再生利用技術

中外テクノス(株)は、枯渇油田の地中に残存する原油を微生物で分解し、メタンガスとして生成回収する技術を考案し(図表1)、実際の油田から採取した油層水と原油をメタンガスに変換できたという結果を、2007年10月に報告した¹⁾。

現在の採掘技術のレベルでは、油田から原油を商業的に取り出せる量は、埋蔵量の20～40%程度であり、通常、残りは回収されないまま油田は閉鎖される。

同社が考案した枯渇油田の新たな再生手法は、地下1000m以深の油層に広く生息する、原油成分分解性水素生成菌ならびに水素・CO₂資化性メタン生成菌を利用する(図表2)。これらの微生物は、地下に取り残されている残存原油成分を、天然ガスの主成分であるメタンガスに分解する。メタンガスは利用可能な資源として、地上に取り出すことができ、枯渇油田を新たに天然ガス鉱床として再生することができる。

同社は、帝国石油(株)、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構と協力し、国内各地の油ガス田に棲息する微生物群を幅広く探索し、実際の油層環境下(高温・高圧・微小空隙の環境)で、最も水素あるいはメタンの生成速度が高い菌体群を、実験室での培養試験によって選別した。これらの菌体群は、国内外の幅広い油田の条件下で、有効であることを確認した。

加えて、培養液中の微生物相を解析し、微生物による基質の代謝物経路を詳細に検討した結果、メタン生成の反応メカニズムは、以下の二段階の反応からなることを見出した²⁾。

- ①油層水中に生息する原油成分分解性水素生成菌(硫酸還元菌)が、原油成分から水素を生成する際の反応例



- ②地上からCO₂を注入することで、油層水中に生息する水素・CO₂資化性メタン生成菌が、①で生

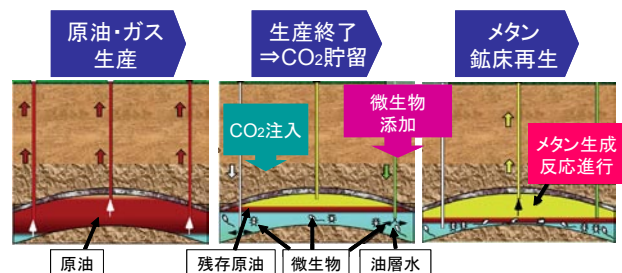
じた水素を利用してメタンを生成する際の反応

$$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

今回、実際に生産量が低下した国内油田(秋田県八橋油田)の坑井から油層水と原油を採取して、メタンガスに変換させる実験を行ったところ、70日程度で高いメタン生成量を確認され、原油-メタン微生物による変換システムの技術的な可能性が確認された。

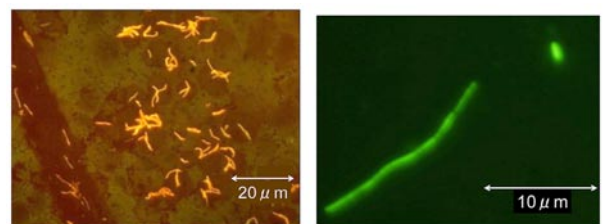
今後、実際の油田において実証試験を行い、さらにメタン生成速度のより早い微生物を見出す研究も進め、実用化の可能性を検討する計画である。

図表1 微生物による枯渇油田の再生プロセス



出典: 参考文献¹⁾

図表2 水素生成菌(左)とメタン生成菌(右)の顕微鏡写真



出典: 中外テクノス(株)提供

参 考

- 1) 藤原ら「枯渇油田および輸送常在微生物を利用した原油分解水素・メタン生成システムの検討」: 第37回石油・石油化学討論会(2007年10月)
- 2) K.Fujiwara, et al., "Research Study for Restoration of Methane Deposit with Subsurface CO₂ Sequestration into Depleted Gas/Oil Fields", 2006 SPE Asia Pacific Oil & Gas Conference, (2006年9月)

竜巻は、発生頻度が小さく継続時間も短い、人命に関わる大きな被害をもたらす。竜巻の多い米国では、竜巻発生の可能性があれば海洋大気庁から「竜巻注意報」や「竜巻警報」を発表し、市民に周知をしている。我が国でも近年の竜巻災害を鑑み、気象庁は2008年3月26日から、全国に11基配備したドップラーレーダーなどを活用し、1時間以内に竜巻など激しい突風が発生する可能性がある場合に、「竜巻注意情報」の提供を開始する。

トピックス 4 「竜巻注意情報」を日本でも提供開始

竜巻は、発生頻度が小さく継続時間も短い、人命に関わる大きな被害をもたらす。即時情報を周知させる仕組みと、竜巻に関する知識や情報を受けた場合取るべき行動などについて、地域住民およびその他ユーザーへの周知および広報が重要である。

竜巻は世界各地で見られる自然現象である。その中でも米国の発生頻度が特に高く、年間約1,000個の竜巻が発生し、60名程度が死亡している。月別の発生では最も5月が多い。このため米国では、全国をほぼカバーした約150基のドップラーレーダー^{注1)}による監視網や、訓練されたボランティアのスポッター情報などから竜巻発生の可能性が予想されれば、米国海洋大気庁（NOAA）からテレビ・ラジオ・インターネットなどを通じた配信により「竜巻注意報」や「竜巻警報」を市民に周知している。しかし、それにもかかわらず2008年2月5日には米南部で発生した竜巻により、死者数が59名にのぼる被害が発生し、76名が死亡した1985年5月以来の被害となった。

我が国では年間約20個の竜巻が、季節を問わず発生する。月別では、9月から10月にかけて多い。近年の被害としては、2006年9月に発生した宮崎県延岡市の死者3名、負傷者143名、住宅全壊79棟や同年11月の北海道佐呂間町での死者9名、負傷者31名、住宅全壊7棟などが発生している。人口密集地帯でひとたび竜巻が発生すると大きな被害を引き起こす。

近年の竜巻災害を鑑み、内閣府・気象庁などは共同で、2006年11月から情報伝達や避難のあり方の取り組み方針をまとめる竜巻等突風対策検討会を開催してきた。また、我が国には米国のような「竜巻注意報」や「竜巻警報」を発する体制はなかったが、気象庁では突風に関する新たな気象情報の提供に向けて、2007年7月から学識経験者および地方公共団体、報道機関などを構成とした突風等短時間予測情報活用検討会を設置して検討を進めてきた。

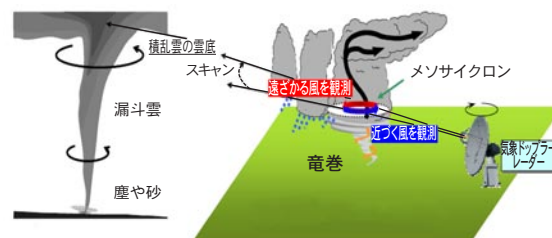
気象庁は、全国に11基配備したドップラーレーダーなどを活用し、2008年3月26日から「竜巻注意情報」の提供を開始する。1時間以内に竜巻など激しい突風が発生する可能性がある場合に、各気象台から都道府県ごとに「竜巻注意情報」を発表し、

気象庁ホームページや報道機関、防災関係機関などを通じて地域住民やその他ユーザーに提供する。

竜巻の水平規模は数百m、寿命は数分から10分程度で、漏斗状に垂れ下がった漏斗雲を伴うことが多く、積雲や積乱雲の中にある強い上昇気流が何らかの原因で回転することにより発生するが、発生メカニズムについては未解明な部分が多い。

竜巻は小規模な現象であることから、気象ドップラーレーダーの観測でも竜巻の渦を直接捉えることはできない。しかし、竜巻をもたらす積乱雲の中には、直径数kmから十数km、寿命が数十分から1時間程度のメソサイクロンと呼ばれる渦があることが多く、今回開発した気象ドップラーレーダーによる自動検出アルゴリズムはこれを検出することができる。メソサイクロンの検出結果および気象レーダーエコーの観測値、数値予報^{注2)}から計算した突風危険指数^{注3)}を組み合わせ、竜巻などが発生する可能性を判断している。しかし、それでも現在の精度は捕捉率が約3割、適中率が約1割程度である。気象庁では、竜巻の発生環境や発生メカニズムの解明をさらに進め、この予測技術の高度化を図る計画である。2010年度までに、突風などの発生する危険域を解析し、10分刻みで1時間先まで予測する、新たな情報の提供を目指している。

気象ドップラーレーダーのメソサイクロン自動検出概念図



出典：「雷雲とメソ気象」東京堂出版 大野久雄著

注1 降水強度、位置の他に電波のドップラー効果を利用して降水粒子などの移動速度を測定し、これから風速を求めることができる気象レーダー

注2 物理学の方程式により、風や気温などの時間変化をスーパーコンピュータで計算し、大気の状態を予測する方法

注3 気象レーダーで観測した雨雲の強さと、数値予報から計算した突風の発生環境の適否から、統計的手法で突風発生の危険性を数値化したもの

米国国立科学財団(NSF)は、2007年12月から「科学およびイノベーション政策の科学」と題するプログラムの2年度目の研究助成公募を開始した。15～20件の採択研究に対し総額で700万ドルの助成が予定されている。本プログラムは、①科学および工学研究の背景・構造・プロセスの理解、②研究開発投資からの利益の正確な評価、③将来の研究開発投資から期待される利益の予測、を目標として実施されており、今年度の募集では、モデル構築、分析ツール開発、データ開発を重点領域としている。「科学およびイノベーション政策の科学」の議論は、2005年4月にマーバーガー大統領補佐官が「科学政策のための科学」の重要性を述べたことに端を発する。NSFは2006年度から取り組みを開始し、すでに2007年度に1回目の研究助成公募を行い、20件の助成を決定した。今後「科学およびイノベーション政策の科学」がどのような発展を見せるかが注目される。

トピックス 5 米国 NSF の「科学およびイノベーション政策の科学」研究助成

米国国立科学財団(NSF)は、2007年12月から「科学およびイノベーション政策の科学(SciSIP)」と題するプログラムの研究助成募集を開始した。募集は2007年度に続き2度目で、15～20件の採択研究に対し1件当たり5～40万ドル、総額で700万ドルの助成が予定されている。

趣意書によれば、①科学および工学研究の背景・構造・プロセスの理解、②研究開発投資からの利益の正確な評価、③将来の研究開発投資から期待される利益の予測、が目標とされており、a)知識創造プロセスや知識を社会・経済アウトカムに転換するための理論的研究、b)NSFが作成している科学・工学指標(Science and Engineering Indicators)に変更をもたらすような科学計量学(science metrics)・データベース・分析ツール等の発展、c)専門家コミュニティの構築、が具体的活動として挙げられている。本プログラムは、契約・省庁間協定、研究助成、ワークショップ、コミュニティ形成・訓練を通じて実施されるものである。今年度の研究助成においては、モデル構築、分析ツール開発、データ開発・充実が重点領域として記述されている。

1回目の2007年度は、モデル構築および分析ツール開発を重点領域として総額700万ドルの募集が行われ、20件の研究助成が決定された。例えば、「公的価値マッピング:科学およびイノベーション政策の社会価値の非経済モデルの構築」「科学進歩の速度と方向に対する科学政策のインパクト評価:先端的ツールと適用」「イノベーションと技術実装:理論と政策含意」などであった。機関としては、全米経済研究所(NBER、3件)、カーネギーメロン大学(2件)、ジョージア工科大学(2件)から複数件が採択された。

「科学およびイノベーション政策の科学」の議論

は、2005年4月のAAAS科学技術政策フォーラムでの講演において、マーバーガー大統領補佐官が、科学的根拠に基づいた政策決定のための「科学政策のための科学」の重要性を述べたことに端を発する。NSFの社会・行動・経済科学局は2006年度から取り組みを開始し、イノベーションおよび発見の科学、イノベーションの測定、科学および科学政策に関わる社会組織に関するワークショップを開催して議論を行った。2006年9月には「科学およびイノベーション政策の科学」と名称を改めて趣意書を作成し、2007年度から研究助成公募を開始した。

NSFの2007年度予算要求のうち社会・行動・経済科学局に関する節の中でも科学計量学が特記されており、2006年度に260万ドル、2007年度に680万ドルの予算が計上されている。また2008年度要求では、「科学およびイノベーション政策の科学」に関する3年間(2006～2008年度)の同局予算として総額2589万ドルが計上されている。

本プログラムの成果としては、短期的には科学およびイノベーション政策決定を支援する定量的および定性的能力の向上が、また、中期的には投資とその成果に関する知識構築が期待されている。さらに近々の目標として、2010年の科学・工学指標への反映も期待されている。今後「科学およびイノベーション政策の科学」がどのような発展を見せるかが注目される。

参 考

NSF ウェブサイト

募 集: http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=501084

予算要求: <http://www.nsf.gov/about/budget/fy2007/pdf/fy2007.pdf>, <http://www.nsf.gov/about/budget/fy2008/pdf/EntirePDF.pdf>

ニュートラスーティカルに関する研究動向

鷲見 芳彦
客員研究官

1 はじめに

1 - 1

予防医療の必要性

近年、食生活や運動などの生活習慣に起因する、肥満、糖尿病、高脂血症などの疾患、いわゆる生活習慣病が増加し、QOL (Quality of Life) の低下、医療費の増大など社会問題となりつつある。一方で、高齢化の進行とともに、健康寿命の延長を積極的に保証することは、これからの日本の大きな課題である。

この問題に対して、「医食同源」の考え方に基づいて、これらの生活習慣病を「医薬品による治療」から「食品による積極的予防」へと変貌させ、健康に歳をとる社会を目指そうとする試みがある^{1~4)}。

1 - 2

ニュートラスーティカルの考え方

医薬品 (Pharmaceuticals) 開発過程では動物試験での検証を経て臨床試験による患者での効果の検証が求められる。一方、栄養学では体に必要な栄養素 (Nutrition) の見地から見ているものの、食品による疾患の予防効果を検証する試みはなされてはなかった。しかし、食を含む生活習慣が疾患を引き起こし社会問題となっている昨

今、有効性が科学的に実証された食品・食品成分により疾患の予防を行う、ニュートラスーティカル (Nutraceuticals) の考え方が支持されるようになってきた^{2, 5~10)} (図表 1)。

1 - 3

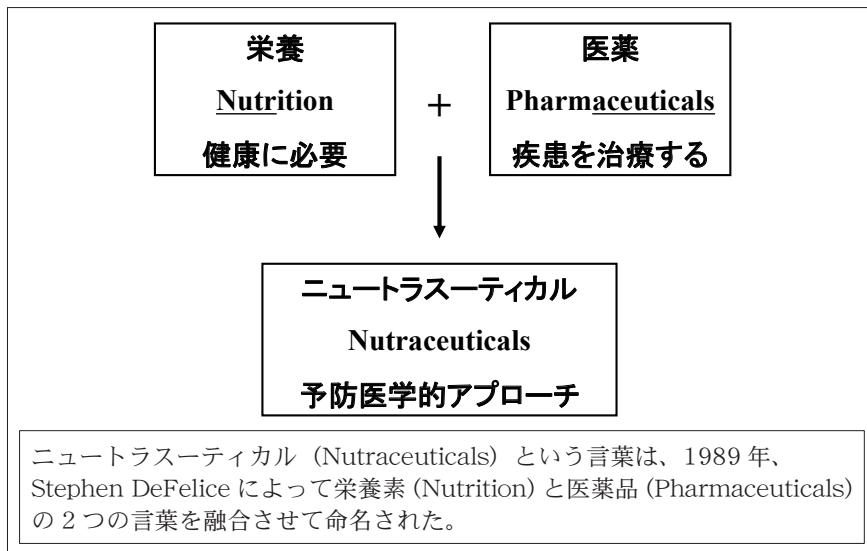
ニュートリゲノミクスの手法

疾患を予防するニュートラスーティカルという新たな機能を有する食品の概念の誕生は、その評価検証のために、目覚ましい発展を遂げていたゲノム技術・手法などを取り入れ、ニュートリゲノミクス (Nutrigenomics: 栄養ゲノム科学) と呼ばれるゲノム手法が確立

されるに至った。これは、図表 2 に示すように、複数のゲノム関連技術や分子生物学的技術を総合した新たな研究開発手法であり、ニュートラスーティカルを創出するための原動力となる基盤技術として確立された^{11~13)}。

従来、創薬の分野においては、医薬品成分が生体に作用して変動する蛋白質や遺伝子等の指標、即ち生体マーカーを測定し、薬効を判断する技術が進歩している。ニュートリゲノミクス技術はいち早くこの生体マーカー技術と結びつき、蛋白質や遺伝子発現のレベルで、食品・食品成分の効果を検証できるようになりつつある。予防すべき疾患に関わる生理機能毎に生体マーカーを定め、どのよう

図表 1 ニュートラスーティカルの考え方



出典：参考文献¹⁰⁾

な機作で予防効果が発現するのかを検証したり、予防効果が得られるために必要な摂取量を定めることも可能となってきた。現在のところ、個々のニュートラスーティカル毎に独自の評価を行うことになるが、同じ疾患を予防する場合には測定すべき生体マーカーを指定したり、その測定評価は同一基準で行うというように、評価の規格化・標準化を行うことができれば、より一層客観的な評価を行うことができるので、今後このような仕組み作りが求められる。

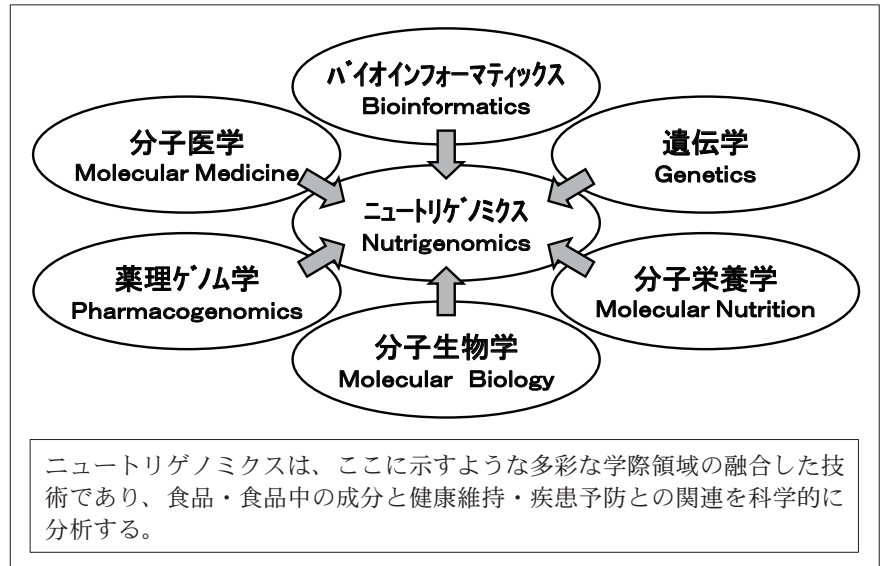
さらに、個人の遺伝子の差異を表す SNP (Single Nucleotide Polymorphism: 一塩基変異) を解析することにより、個人毎の各種疾患にかかりやすさの違い、即ち疾患リスクの個人差や、効き方に関する個人差も判別できるようになると考えられる。したがって、将来的には個人差に対応して、疾

患予防に関するきめ細かな食の情報提供も可能になると考えられてきている。

このように、ニュートリゲノミクス技術の発展は、ニュートラ

スーティカルの創出と共に、個人毎に適切な食情報を提供するなど、今後の食による疾患予防の実現に大きく貢献する技術として期待されている。

図表 2 ニュートリゲノミクス技術を構成する技術 (概念図)



参考文献¹²⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

2 日本のニュートラスーティカルの現状

2 - 1

保健機能食品

1984年、文部省(現文部科学省) 科研費重点領域研究班における特定研究、「食物機能の系統的解析と展開」プロジェクトが開始された。本プロジェクトにおいて、初めて食品の人体へ対する影響を「機能」として捕らえ、特に生活習慣病予防面での機能に焦点を当てた研究により、食品による疾患予防というコンセプトを世界に先駆けて提唱した^{2~4, 13, 14)}。

上記の「機能性食品」の研究の進展に伴い、1991年、「特定保健用食品」の制度が施行され、通称略して「トクホ」として知られるようになった。1993年、資生堂がトクホ第1号として開発したアレルギーを低減させた米を上市した際、

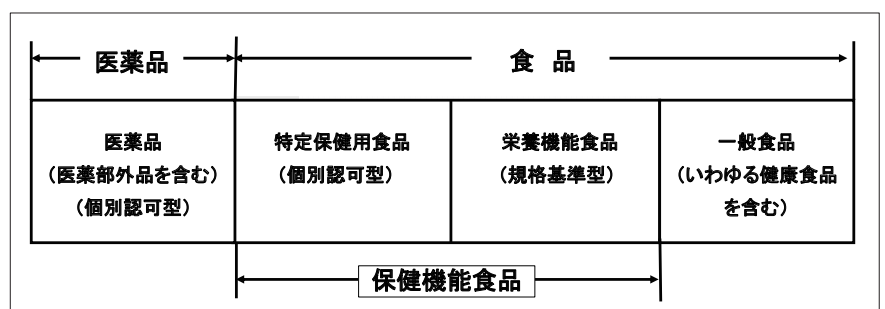
英国の学術誌 Nature は日本発の新概念の食品「Physiologically functional food: 機能性食品」として紹介し¹⁵⁾、世界に大きな衝撃を与えると共に、将来の健康を担う食品カテゴリーとして国際的に高く評価され、認知されることとなった^{2~4)}。その後、2001年に既存の個別認可型の「特定保健用食品」に加え、規格基準型の「栄養機能食品」が加わり、現在の「保健機能食品」の制度の核ができあ

がった(図表 3)。

「保健機能食品」の中でも「特定保健用食品」は、個々の製品ごとの申請を受け、有効性と安全性を専門家の委員会で評価し、「特定保健用食品」の表示を許可する制度である。ヒトでの試験を実施して有効性、安全性を確認していること、機能成分の定量的把握ができていることが、許可の条件となる。

さらに 2005 年 2 月の改定で、

図表 3 保健機能食品



出典：参考文献¹⁶⁾

「特定保健用食品」に、「規格基準型特定保健用食品」、「疾病のリスク低減特定保健用食品」、「条件付き特定保健用食品」が新たに設けられた。関与成分の疾病リスク低減効果が医学的・栄養学的に確立されている場合、「疾病リスク低減表示を認める特定保健用食品」として別に扱おうというもので、疾患予防への考え方を1歩進めたものであるが、現在のところカルシウムと葉酸の2種のみしか認められていない。「規格基準型特定保健用食品」は、特定保健用食品としての許可実績が十分であるなど科学的根拠が蓄積されている関与成分について規格基準を定め、審議会の個別審査することなく、事務局において規格基準に適合するか否かの審査を行い許可するものである。このカテゴリーには、食物繊維とオリゴ糖の数種がリスト化されている。

これに対し、「条件付き特定保健用食品」は、特定保健用食品の審査で要求している有効性の科学的根拠のレベルには届かないものの、一定の有効性が確認される食品を、限定的な科学的根拠である旨の表示をすることを条件として許可対象と認めるものである(図表4)。

特定保健用食品は2007年12月時点で752品目が許可されており、我が国において「特定保健用食品」が浸透してきていると考えられる。

これに対し、「栄養機能食品」は5種のミネラルと12種のビタミンの栄養素を対象としてリスト化され、これらは各栄養素の機能の表示をして販売される食品である(図表5)。

厚生労働省による「保健機能食品」の基準は、「特定保健用食品」はFOSHU (Food for Specified Health Uses)として、「栄養機能食品」はFNFC (Food with Nutrient Function Claims)とし

図表4 特定保健用食品とその区分

特定保健用食品の区分	区分の定義	関与成分
特定保健用食品	食生活において特定の保健の目的で摂取をする者に対し、その摂取により当該保健の目的が期待できる旨の表示をする食品。	
特定保健用食品 (疾病リスク低減表示)	関与成分の疾病リスク低減効果が医学的・栄養学的に確立されている場合、疾病リスク低減表示を認める特定保健用食品。	カルシウム(食品添加物公定書等に定められたものまたは食品等として人が摂取してきた経験が十分に存在するものに由来するもの) 葉酸(プテロイルモノグルタミン酸)
特定保健用食品 (規格基準型)	特定保健用食品としての許可実績が十分であるなど科学的根拠が蓄積されている関与成分について規格基準を定め、審議会の個別審査なく、事務局において規格基準に適合するか否かの審査を行い許可する特定保健用食品。	食物繊維: 難消化性デキストリン、ポリデキストロース、グアーガム分解物 オリゴ糖: 大豆オリゴ糖、フラクトオリゴ糖、乳果オリゴ糖、ガラクトオリゴ糖、キシロオリゴ糖、イソマルトオリゴ糖
条件付き特定保健用食品	特定保健用食品の審査で要求している有効性の科学的根拠のレベルには届かないものの、一定の有効性が確認される食品を、限定的な科学的根拠である旨の表示をすることを条件として、許可対象と認める。	

参考文献¹⁶⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表5 栄養機能食品

	制度について	栄養素
栄養機能食品	栄養機能食品は、栄養素の機能の表示をして販売される食品。栄養機能食品として販売するためには、一日当たりの摂取目安量に含まれる当該栄養成分量が定められた上・下限値の範囲内にある必要があるほか、栄養機能表示だけでなく注意喚起表示等も表示する必要がある。	亜鉛、カルシウム、鉄、銅、ナイアシン、パントテン酸、ビオチン、ビタミンA、β-カロテン、ビタミンB1、ビタミンB2、ビタミンB6、ビタミンB12、ビタミンC、ビタミンE、葉酸

参考文献¹⁶⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

て一つのグローバルスタンダードとして認知されている。

疾患予防の観点から考えると、「疾病リスク低減表示を認める特定保健用食品」がニュートラスティカルの本命に相当すると考えられる。しかしながら、このカテ

ゴリーで許可されたものは先にも述べたとおり現在のところカルシウムと葉酸の2種のみであり、日本における人での有効性の実証に対するアプローチは、まだまだ十分でないと考えられる。

3 日本のニュートラスティカル研究

3 - 1

食品中の非栄養性機能物質の解析と体系化に関する研究

日本における食品中の成分の機能とその役割についての基盤研究として、文部科学省技術振興調整費「食品中の非栄養性機能物質の解析と体系化に関する研究」(2000～2004年度)が日本におけるニュートラスティカル研究の先駆的事例の一つである。東京農業大学の荒井総一教授のグループは、フラボノイド、カロテノイド、ペプチド等の食品中の各非栄養性機能物質の科学的評価を行い、集積することにより利用しやすいデータベースを構築することを目的として、2000年より実施された¹⁷⁾(図表6)。

まず、機能性成分摂取により期待される効果、例えば抗酸化作用、骨形成・吸収、グルコース取り込み作用、免疫系への影響、肝硬変患者の発癌率への影響、肝酵素誘導、学習、生体防御因子等に対する影響が選定され検索・検証が行われた。しかしながら、抗炎症作用、糖尿病抑制、抗癌作用、学習の向上などの総合的な効果を判断するには、予防などに直接関わっている事が判っている血中蛋白などの生体マーカーの数が少なすぎるといった問題点が指摘され、十分な検証ができないという大きな課題が提示されるに至った。

さらにこの研究の中間過程で、食品中の非栄養性物質の機能を解析する試みは、一つ一つの生体マーカーを測定して検討するのではなく、今後、多くの蛋白を一括して取り扱う、血清プロテオーム・メタボロームなどの包括的分析手法を取り入れて行われるべきとい

う方向性が打ち出され、ニュートリゲノミクス技術の発展が必須であるという結論に至った。また、このようにして取得した効能や安全性のデータについては、専門家による審査・評価を経て標準化され、高い信頼性の付与が必要であり、一般に広く公開されるべきとの考えを提示した。

機能性食品素材の有効性の科学的な証明の重要性と、食品の新規機能性の発掘のためには、ニュートリゲノミクスの手法をいち早く取り入れることが必要であり、そのデータベース化が今後の重要な課題であると示唆している。

3 - 2

企業との連携研究

一方、ニュートラスティカルは、食品として製造され一般消費者に届けられ食されて効果を発揮するものであるから、その産業化には、各種食品・食品関連企業との連携、技術の移転は不可欠である。また、人での効能や安全性などの高度な評価には、製薬・医薬品関連企業からの参画も必須と考えられる。このような、ニュートラスティカルの産業化・実用化の視点から、2002年12月より

2008年11月までの予定で、東京大学大学院農学生命科学研究科に日本国際生命科学協会(ILSI Japan)の寄付講座「機能性食品ゲノミクス」(Functional Food Science and Nutrigenomics)が創設された。

食品企業32社が参加し、阿部啓子教授を中心として産学連携を推し進めている。具体的には、各社が関心のある蛋白質やアミノ酸などの食品成分の摂取による遺伝子発現レベルの変動を調べ、その機能を明らかにしようとしている。さらに、その成分を含む食品の機能とDNAチップから得られる遺伝子発現データをリンクさせたデータベースの構築、共有化も行おうとしている¹⁸⁾。実際の食品、食品成分の総合的な機能を、安全性を含めて根源的に評価し、品質設計・品質管理の基盤とすることを目標とするこの産学連携には、国の内外から大きな関心が寄せられている。

3 - 3

ヒトでの科学的有効性の評価

ニュートラスティカルを開発し本格的に疾患予防に用いるため

図表6 「食品中の非栄養性機能物質の解析と体系化に関する研究」の概要

実施項目	内容
食品中に含まれる非栄養性機能物質の機能に関する研究	1) 非栄養性機能物質の抽出・測定・機能性評価に関する標準化技術の検証・開発 → 機能性と安全性の評価の新方法論、特にゲノミクスの導入(第2期:後期より独立項目となる) 2) フラボノイド、ポリフェノール類の含量と機能に関する研究 3) テルペノイド、カロテノイド類の含量と機能に関する研究 4) 含硫化合物・揮発性成分・香辛料の含量と機能に関する研究 5) ペプチド類の含量と機能に関する研究
食品中に含まれる非栄養性機能物質のデータベース化に関する研究	1) 非栄養性機能物質の相互作用に関する研究 → 効能 2) 非栄養性機能物質統合データベースの作成・公開 → 安全性

出典: 参考文献¹⁷⁾

には、ヒトにおける有効性を示すデータの取得は必須である。そのためには、生体マーカーの選定とエンドポイントの設定、試験のための標準書(プロトコル)作成、適切な被験者の募集、医師による有効性の客観的評価など、医薬品開発を参考とした準備とチーム作りが必要となる。残念ながら、この点が日本におけるニュートラスーティカル開発において海外に遅れをとっている点である。

近畿バイオインダストリー振興会議を拠点として、京都府立大学医学部 吉川敏一教授、東京農業大学 荒井綜一教授ほかが発起人となって、「食と運動の機能性に関する研究会」が2006年に設立された。この研究会の目的は、食と運動の機能性の関係を解明し、健康維持に貢献できる新しい機能性食品素材の開発と、年齢・健康状態に対応した運動プログラムを構築し食と運動の関係を先端技術を用いて解析し、その基盤情報を基に産業振興に繋がるクラスター形成を図ることである。具体的には、食、特に機能性食品素材と運

動に関わる生体マーカーなどの変動や生理機能と健康維持に関する科学的有効性を、ニュートリゲノミクス技術を駆使して収集し、データベース化しようとするものである¹⁹⁾(図表7)。

「食と運動の機能性に関する研究会」は、2007年産業界から機能性食品を募集し、ヒトでの試験を行って科学的有効性を示すデータを取得し、医師が積極的に関与しうる食品の可能性を模索する活動を開始した。評価する食品候補として、10社から15品目のエントリーがあり、その中から5品目

(5社)が選定された。今後、この5品目の評価チームを結成して日本臨床内科医会と連携し、2008年に順次具体的な評価プロトコルの作製、ヒトにおける科学エビデンス取得が開始される予定である²⁰⁾。

さらに、この成果を基に、研究開発、評価、情報発信システムを構築していくための「健康食品素材評価委員会」が設置されている。この活動は、日本におけるヒトでのニュートラスーティカル研究・開発・実用化の先駆的モデルとなるものと大いに注目される。

図表7 「食と運動の機能性に関する研究会」における目的と研究内容

研究目的	食（特に機能性食品素材）と運動に関わる生理機能と健康維持に関する科学的エビデンスを、先端技術（ゲノミクス、プロテオミクス、メタボロミクス）を駆使し、収集・データベース化し、新しい産業創出へ繋げる。
研究内容	1) 人の健康に関与する食品成分の機能性と安全性の研究 2) 食物・食物成分の健康維持、疾患予防に関する基礎的な分子メカニズムの解明 3) 栄養摂取と健康の関連に関する遺伝子形質の研究 4) 機能性とリスクを明らかにするバイオマーカーの開発と応用 5) 運動による健康維持効果の科学的解明と個別化運動処方 の確立 6) 健康・運動支援ツールの評価と開発

出典：参考文献¹⁹⁾

4 欧州のアプローチ

欧州では、オランダ・フランス・ドイツ・ベルギー・スペインなど多くの国が農産業に力を入れている。中でもオランダは乳製品、ビールなど食品加工・発酵技術の歴史を有しており、欧州の中でも有数の食品産業国である。たとえば、食肉・酪農乳製品・穀物・種苗・飲料品・タバコなどの農作物とその加工品等のオランダの輸出高は米国に次ぎ世界第2位である²¹⁾。中でも乳製品、ビールにおいては、世界第1位の輸出を誇る。当然、それを支える乳製品やビールなどの発酵技術、食品のプロセス技術において基礎研究から産業化に至る広範な知識、知恵および経験があり、先端レベルでの競争力を保

持している²¹⁾。

オランダには欧州でも最大規模の食品関連クラスターとしての「フードバレー」がワーヘニンゲン市(Wageningen)にあり、欧州の栄養ゲノム研究拠点のニュートリゲノミクス機構も同市で活動しており、欧州の食品の研究と産業の一大拠点を形成している。本稿では、欧州のニュートラスーティカル研究と開発の活動事例を、このオランダに求めて紹介する。

4 - 1

オランダのフードバレー (Food Valley)

オランダ農業省は、ワーヘニン

ゲン農業大学とオランダ農業省研究所を統合しワーヘニンゲン大学(Wageningen UR: Wageningen University and Research Center)を1988年に設立し食の研究開発に注力した²²⁾。一方、オランダ経済省は同ワーヘニンゲン市に、ワーヘニンゲン食品科学センター(Wageningen Center for Food Science)を1997年に設立し、食産業の活性化の拠点として明確に位置づけ²³⁾、共にオランダ国家が強力に後押しした。ワーヘニンゲン大学とワーヘニンゲン食品科学センターが設立された時点で食品に関する基礎から応用へ向けての強力な研究基盤が形成されていた。これに加えて、図

表 8 に示す TNO 栄養食品研究所、NIZO 食品研究所など、企業化をサポートし技術移転を推し進める組織が連携を組んだため、容易に先端研究内容の技術移転や産業化が切れ目なく行われる条件が整った。その後多くの食品企業が進出し、フードバレーとして企業・行政・研究機関の 3 者が緊密な協力体制にある欧州最大の食品研究開発クラスターを形成し、かつ新たな食品企業が誕生するイノベーション創出の地となっている^{24~26)} (図表 8)。

4 - 2

TNO 栄養食品研究所 (TNO Food & Nutrition)

オランダの TNO は、科学技術分野における応用研究を行うことを目的に 1932 年に設立された欧州最大規模を誇る総合受託研究機関であり、現在職員総数は 5,000 名を超えている。研究領域は、①クオリティオブライフ部門、②防衛・公衆安全部門、③自然建築環境部門、④先端製品・プロセス・システム部門、⑤通信サービス部門の 5 領域にわたる。この中で、クオリティオブライフ部門が栄養食品研究に取り組んでおり、基礎研究成果の企業への技術移管、企業からの委託研究を中心に活動を行っている。特に栄養食品の有効性試験、毒性試験などを受託している。機能性食品に関してはその有効性を、新規食品については安全性を評価しており、欧州食品安全局 (European Food Safety Authority : EFSA)、米国食品医薬品局 (Food and Drug Administration : FDA) への登録・申請に必要な試験の受託を行っている³⁰⁾。

中でも注目すべきは、機能性食品、新規食品のヒトボランティア試験である。ヒト代謝試験施設と各種の体内マーカーの評価・分析技術を有しており、すでに種々の

図表 8 フードバレーを拠点とする各種機関とその役割

フードバレーを拠点とする 大学・研究所・研究支援機関	役割・機能
Wageningen University & Research Centre: - Wageningen Institute for Food Safety ²⁷⁾ - Agrotechnology and Food Science Group ²⁸⁾ - Plant Research International Wageningen ²⁹⁾ - Animal Sciences Group - Wageningen Institute for Food Law	基礎、基盤研究 欧州ニュートリゲノミクス機構 (NuGO) の一部 食の科学の基礎研究 ゲノミクス技術の活用により植物の改良 動物実験研究
TNO Food & Nutrition ³⁰⁾	基礎研究成果の企業への技術移管、企業からの委託研究
NIZO Food Research (NIZO 食品研究所) ³¹⁾	基礎研究成果の企業への技術移管、企業からの委託研究
Center for BioSystems Genomics ³²⁾	ワーヘニンゲン UR を中心として十数社の企業で構成されるコンソーシウム。ニュートリゲノミクス技術の活用により穀物の改良、品質向上。
Nutrigenomics Consortium ³³⁾	メタボリックシンドロームによって発症する糖尿病、高脂血症、高血圧などに焦点を当て、ニュートリゲノミクス技術を活用したバイオマーカーの探索研究。
Top Institute Food and Nutrition ³⁴⁾	健康に寄与する新食品を提供するために必要な技術支援

(フードバレーという名前は、米国カリフォルニア州のシリコンバレーに因み、食の研究・産業化のメッカという意味で名づけられた。)

各ウェブ情報を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 9 TNO の受託試験サービスについて

受託試験・登録サービス (1)	法規制に関するコンサルティング調査 1) 適応される法規制の確認 2) 要求データの確認 3) 顧客データの事前評価 4) 費用の提案
受託試験・登録サービス (2)	1) データの評価 2) 安全性試験 3) 申請書類作製
その他の受託試験サービス	・ヒトボランティア試験 ・試験のデザイン ・腸内細菌 / 免疫試験 ・アレルギー試験 ・栄養、化学物質、微生物などの各種分析 ・栄養評価 ・栄養ゲノミクス ・バイオマーカーの同定 ・疫学試験
法規制調査から申請登録まで	・法規制の調査 ・毒性試験の実施 ・申請書の作成

出典：参考文献³⁵⁾

食品を使用して、機能性食品のヒトボランティア試験の実績がある。これに伴い、保有する栄養データベースの充実が進んでいる。さらに、様々な新規食品の試験に対応可能な数千人のボランティアデータベースを持ち、これを基に

新たな試験の準備と立ち上げがスムーズに行うことができるシステムとなっている (図表 9)。

4 - 3

NIZO 食品研究所 (NIZO Food Research BV)

NIZO 食品研究所は、ワーヘニンゲン市に近いエーデ (Ede) 市にあり、企業からの委託研究のみで運営されている。NIZO 食品研究所の特徴は、食品関連研究施設と生産のための試験用パイロットプラントを保有している点であり、委託企業は、生産設備に本格投資を行う前に製造のための種々のテストを実施するなど、生産直前の産業化支援を受けることができる^{31, 36)}。

4 - 4

ニュートリゲノミクス機構 (NuGO : European Nutrigenomics Organization)

ニュートラスーティカル開発の

ための新たな栄養ゲノム技術として、ニュートリゲノミクスが生まれると同時に、欧州では、2004年1月に、10ヶ国22機関が参加して、ニュートリゲノミクス機構 (NuGO) が、オランダ ワーヘニンゲン市 (Wageningen) に設立され、欧州の食科学の中心地ともなっている。NuGO の設立の目的は、①栄養科学の領域におけるポストゲノム科学、即ちニュートリゲノミクス技術の教育、②欧州の栄養科学に貢献するためニュートリゲノミクス技術の促進とインテグレーションを図ること、③ニュートリゲノミクス技術を世界規模で応用し産業化を図ること、④世界をリードするニュートリゲノミクス技術の先進的バーチャルセンターを構築することである³⁷⁾。

現在、23 機関 (大学、企業) がパートナー組織として参加し、研究に留まらず研究成果の企業化も推進されている。NuGO の特徴と

する技術は、ゲノム技術、マイクロアレイ技術を駆使して、食材中の成分とその機能・生理活性などに関するバイオインフォマティクスのデータベース (Nutrient gene database) の構築を組織的に行っている。このデータベースは、当初から実用化を見据えて共有化を目指したものであり、そのデータの書式は NuGO 参加機関で統一されたものを用いている。また、データ取得のための研究標準書 (プロトコール) も統一書式で規格化されており、欧州統合基準での研究の段階から企業化まで、切れ目なく迅速に移行できるシステムとなっていることが判る²⁸⁾。

現在、各参加研究機関相互でのデータベース利用が進められており、NuGO の進める規格化・標準化が、欧州のみならず世界標準として用いられる可能性もあると思われる。

5 米国のアプローチ

欧州において、フードバレーを拠点として、ニュートラスーティカルの研究から産業化へ向けての切れ目のない開発体制がとられているのが特徴であるのに対して、米国のアプローチは、ニュートラスーティカルによる疾患予防、特に生活習慣病予防への取り組みに焦点が合わされている。さらに、個人の遺伝子情報の解析により罹患しやすい体質の人を対象としてニュートラスーティカルを提供しようとするベンチャーの動きがある。

5 - 1

UC Davis : 疾患予防に 焦点を当てた考え方

ニュートリゲノミクス技術が、食材成分と生理機能との関連に有

用な技術であることが、判明しつつあり、欧州に NuGO (前述) が設立された 2004 年、米国では、NIH からの資金を得た UC Davis (カリフォルニア大学デイビス校) に Center of Excellence for Nutritional Genomics が設立された。

現在、UC Davis の Rodriguez 博士が研究の責任者として運営に携わっている。Rodriguez 博士の考え方は、病気になってから治療するという考えから健康 (Wellness) を追求するレベルへ変革すべき時期に来ている、即ち、治療から予防へ重点を移すべきであるというものである。この背景には食生活と運動の偏りによって生ずる生活習慣病が増加し、社会問題となっていることが挙げられる。食品はその意味において疾患予防に重要

な役割を果たすべきで、ニュートラスーティカルのような機能を有する食品の開発にはニュートリゲノミクス技術が役立つ、という思想で運営されている³⁹⁾。

具体的な取り組みとしては、食材と遺伝子発現の関係、予防医療や疾患改善との関連について、食用ハーブなどの植物に含まれる生理活性物質を中心に研究が行われている。マイクロチップを用いて生体マーカーに関する非常に多くの遺伝子情報を処理するために、Isomap と呼ばれる非線形アルゴリズムを利用しており、その研究成果が出つつある⁴⁰⁾。

5 - 2

Tufts 大学：疾患予防の臨床研究

Tufts 大学は、Human Nutrition Research Center on Aging (HNRCA) を設けており、Schaefer 教授は、ボストン近郊の一般住人から被験者を募り、個々の健康状態をモニタリングしつつ低脂肪食を提供し、肥満・糖尿病・心臓疾患などの各種疾患予防の試験研究を実施している。ここでは、大学内に病院同様の臨床検査機能ラボと、特別食提供用キッチン、カウンセリング室などをもち、機能食の加工調理から被験者への指導や個別面談・指導もできるような機能的な研究施設を有している。このような施設での試験は、各テーマ数十人規模でのボランティアを集めて行われている。

具体例としては、肥満、糖尿病の過程で生成する糖化アルブミン (Glucose-attached Albumin) を生体マーカーの一つとして用い、低脂肪食と肥満、糖尿病、腎臓疾患などのかかわりや、疾患リスク低減効果についてデータベース化を行っている。本試験研究の中には食生活改善に関する参加者個人への啓蒙も含まれており、成果が期待されている。

5 - 3

ベンチャーの動き

研究成果の産業化がベンチャー企業によって速やかになされる米国では、すでに幾つかのベンチャー企業が先端の知見を用いたビジネスの立ち上げに取り組んでいる。

コロラド州に拠点を置く Sciona 社⁴¹⁾では、個人の遺伝子を診断し、疾患になりやすいかど

うかを判断するサービスを提供している。具体的には、19 種の疾患関連遺伝子の SNP (遺伝的先天的情報) プロファイルを検査し、これに健康診断データ (現状の健康状態)、問診票 (ライフスタイル情報) を元に、個々の顧客への健康アドバイスとして、食習慣と生活習慣をどのように変えるかというアドバイスをを行うものである。

シカゴに拠点を置く Nutra Gemomins 社⁴²⁾は、食習慣や遺伝子型の影響を受ける遺伝子特定する実験システムを食品企業や製薬企業へ提供し、疾患予防に有効なニュートラスーティカル食品の開発や、遺伝子型の影響を考慮した医薬品の開発をサポートする事業を開始した。これらの事業はまだ始まったばかりで、成果は今後を待たねばならないが、アカデミックな研究成果を応用へと加速する役割を果たすと期待される。

6 今後の課題と提言

今後増加が予想され、かつ生活習慣の改善によって予防が可能な疾患、たとえばメタボリックシンドロームについては、積極的に生活習慣を改善する努力が求められる。その一つが食の改善であり、ニュートラスーティカルはこのような疾患の予防に大きく貢献すると思われる。

ニュートラスーティカル創出のためには、①疾患予防効果を科学的に評価する基準を作ること、②ヒトで疾患予防効果の評価ができる体制を作ること、③基礎研究から産業化への技術移管やデータベース共有化のシステムができていくことの 3 点が重要であると考えられる。以下にこの各々について世界における研究動向を俯瞰しつつ、我が国が取り組むべき課題について提言を行いたい。

6 - 1

疾患予防効果を科学的に評価する基準の構築と標準化

医薬品は単一成分からなり、その成分が直接作用するターゲット分子は基本的に単一の物質であるので、同じ疾患であっても薬効を評価する方法は各々の医薬品毎或いはターゲット分子毎に構築するのが普通である。

一方、ニュートラスーティカルは必ずしも単一物ではなく、期待する疾患予防効果は複数の物質による複合的な作用で発揮されると考えられる。例えば、糖尿病予防効果は様々な経路で発揮されるので、食品に含まれる複数の成分が幾つかの経路に働き予防効果を発揮していることを実証する必要が

ある。また、異なる食品の間での予防効果の比較も必要となる。したがって、糖尿病の予防効果を判断する複数の指標 (生体マーカー) 群の選定と評価方法の標準化が必要となる。即ち、予防すべき疾患の生体マーカー研究が急務であると考えられる。

この課題は、すでに 2000 ～ 2004 年度実施の「食品中の非栄養性機能物質の解析と体系化に関する研究」において、総合的な機能性に関しては生体マーカーの数が少なすぎると荒井総一教授らにより指摘されている。これまでの医学研究においては疾患治療に注目した生体マーカーの研究は活発であったが、今後はニュートラスーティカルという食による疾患予防に照準を合わせた生体マーカーの研究を推進する必要がある。個々の研究機関が別々の評価プロト

コールで行ったデータでは、研究機関の間での情報整合性が取れず、共通のものさしなくしては評価が難しい。したがって、生体マーカーの測定方法や基準値の標準化研究も併せて必要である。

さらには、日本人で評価された予防効果に関するデータベースはそれ自体が日本の貴重な財産であり、多くの研究開発現場で共有化して利用することにこそ意味がある。食品成分と疾患予防効果などのデータベースは基礎研究の段階からフォーマットを一元化し、共有化できるようにすべきであると考えられる。

6 - 2

ヒトで疾患予防効果の評価ができる試験体制の構築

食品および食品成分を用いて、ヒトで疾患予防の有効性を実証する試験は、これまで体系的に行われてこなかったが、科学的に評価できる仕組みづくりが必要となる。これがニュートラスティカルを創出するための肝であると考えられる。

米国 Tufts 大学の例を述べたが、医師、栄養士、生理学者などで構成されるチーム組織ができており、ボランティアを対象にして疾患予防を目的とした食材の研究に取り組んでいる。欧州では、フードバレーという食品研究開発の集積拠点において、TNO 栄養食品研究所がニュートリゲノミクス技術を駆使した評価体制を持ち、素材の発見からヒトでの有効性実証

の試験まで受注できる体制を組んでいる。

日本では、組織的にヒトでの評価の試みは始まったばかりである。吉川敏一教授、荒井綜一教授らが発起人となって、「食と運動の機能性に関する研究会」が今後ヒトでの評価を行う予定であることは上に紹介した。この活動から、ヒトでの評価のために必要な要素や運営のノウハウなどが提案されてくると思われる。我が国には、その歴史の中で育まれた健康に参与すると考えられている多くの秀逸な食材がある。その中に含まれる有効成分の解明や疾患予防効果等に関する系統的かつ総合的な研究は、端緒についたばかりである。

したがって、日本の食材の中から優れたニュートラスティカルを創出すべく、基礎研究者、医師、診断・評価研究者、食材を提供する企業などが参加できるフードバレー的拠点の構築と、総合的な評価体制の充実が急務である。

6 - 3

基礎研究から産業化へ切れ目なく移行できる連携体制の構築

今世紀になって急激に発展したニュートリゲノミクスは、ニュートラスティカルを創出するための基盤技術として日々進歩している。基礎研究として進歩しつつ、同時にニュートラスティカルの評価のために即戦力として応用されている。即ち、研究の現場と応用の現場が非常に近いのが特徴と

なっている。そのことを如実に物語っているのが、欧州のワーヘニンゲン市を拠点とする研究例であり、そこでは種々の基礎研究と企業応用、および実用化をサポートする切れ目のない連携体制が良く機能している。

この「切れ目のない」連携体制の中で重要なことは、第1に、理学、農学、水産学、工学、薬学、医学などアカデミアの中での相互の枠を超えた研究連携、即ち研究の水平連携が可能であること、第2に、基礎研究成果を産業移転するためのサポートシステムが存在し、企業化へのスピード感のある開発ができる連携関係、即ち垂直連携が容易であること、である。

水平連携に関しては、ニュートリゲノミクス技術自体が先に述べた様に複数の基礎研究領域の複合技術であるので、ニュートリゲノミクスをキーワードとした融合領域研究チームを、6-2で提案したフードバレーのような拠点で運営する必要がある。

一方、垂直連携に関しては、日本に育ちににくいのが、基礎研究(アカデミア)と企業を結び産業移転を容易にし必要な受託研究開発を行うサポート組織の存在である。米国ではベンチャーがこの役割を果たしていると考えられるが、ベンチャー企業醸造の風土が未熟な日本でのモデルとはなりにくい。欧州の TNO 栄養食品研究所や NIZO 食品研究所のようなサポート組織は大いに参考になると思われる。

7

まとめ

健康に生きることは万人の望みである。病気になってから治療するのではなく、健康に生きるために疾患予防に積極的に取り組もうと社会の視点が変化してきている

のは、当然のことと言える。

疾患を予防し健康に生きるために、ニュートラスティカルのような疾患予防効果がヒトで立証されている新たな食品は、今後

徐々に社会に浸透し、国民全体の QOL (Quality of Life) を向上させるものとして期待される。

ニュートラスティカルは、日本から世界に発信された領域であ

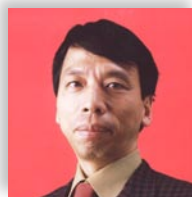
り、日本は新しい食の概念を創出したとも言える。今後、これをさらに発展させ、科学研究のレベルの向上のみならず、実際に使われることによってQOLの向上を目指すために、今後の取り組みとしては、①疾患予防効果を科学的に評価する基準の構築と標準化、②ヒトで疾患予防効果の評価ができる試験体制の構築、③基礎研究から産業化への切れ目のない研究開発連携体制の構築の3つが必要である。

参考文献

- 1) 長谷川 明宏、茂木 伸一 特集：機能性食品の研究開発の動向 科学技術動向 2002年 3月号
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt012j/feature2.html>
- 2) Functional Foods in Japan, Medical Food News, May 1997 No.6
<http://www.medicinalfoodnews.com/vol01/issue2/japan>
- 3) Hasler C. M., Functional Foods: Their Role in Disease Prevention and Health Promotion, A Publication of the Institute of Food Technologists, Expert Panel on Food Safety and Nutrition
<http://www.quackwatch.com/03HealthPromotion/ff.html>
- 4) Japan-The Inventor of Functional Foods, CSPI Reports: Functional Foods
http://www.cspinet.org/reports/functional_foods/japan_bckgrnd.html
- 5) Brower V., Nutraceuticals: poised for a healthy slice of the healthcare market?, Nat. Biotechnol., 16, 728-731 (1998)
- 6) Zeisel S. H., Regulation of "Nutraceuticals.", Science, 285:185-186 (1999)
- 7) Whitman M., Understanding the perceived need for complementary and alternative nutraceuticals: lifestyle issues. Clin J Oncol Nurs., 5:190-194 (2001)
- 8) Heyland D. K. In search of the magic nutraceuticals: problems with current approaches. J Nutr., 131(9):2591S-2595S (2001)
- 9) Elizabeth A. C., Over-the-counter products: nonprescription medications, nutraceuticals, and herbal agents. Clin Obstet Gynecol., 45(1):89-98 (2002)
- 10) Kalra E. K., Nutraceutical - Definition and Introduction., AAPS PharmSci., 5 (3) Article 25 (2003) <http://www.aapsj.org/view.asp?art=ps050325>
- 11) Burton H. and Stewart A., Nutrigenomics, 2004 : The Nuffield Trust
<http://www.nuffieldtrust.org.uk/ecommm/files/Nutrigenomics.pdf>
- 12) Nutrigenomics Edited by Rimbach G., Fuchs and Packer L. 2005: Taylor & Francis
- 13) 阿部 啓子、機能性食品科学とニュートリゲノミクス、アグリコクーン食の安全・安心フォーラムグループ主催、日仏国際シンポジウム講演要旨 (2006)
<http://www.agc.a.u-tokyo.ac.jp/act2/abe.html>
- 14) 荒井 裕一、ホールグレインーその価値の回顧と展望ー、ホールグレイン学術論文集、ホールグレイン協会
<http://t-c-i.co.jp/wholegrain/pdf/araisouichi.PDF>
- 15) Swinbanks D. and O'Brien J., Japan explores the boundary between food and medicine, Nature, 364, 180 (1993)
- 16) 厚生労働省ホームページ
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/hokenkinou/index.html>
- 17) 食品中の非栄養性機能物質の解析と体系化に関する研究 (研究期間：第I期 平成12年度～14年度) (中間評価)、文部科学省
http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/chousei/data/14/hyoka030129/2/22.pdf
- 18) Saito K. Arai S. Kato H., A nutrigenomic database -integrated repository for publications and associated microarray data in nutrigenomics research, Br. J. Nutr., 94, 493-495 (2005)
- 19) 第1回 食と運動の機能性に関する研究会 資料 (2006)
- 20) 第5回 食と運動の機能性に関する研究会 資料 (2007)
- 21) Bol R. P. J., Facts and Figures of the Dutch Agri-sector 2006/2007, Department Director of Trade and Industry, Published by The Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, The Netherlands
http://www.minlnv.nl/cdlpub/servlet/CDLServlet?p_file_id=14741
- 22) ワーヘニンゲン大学のホームページ
<http://www.wur.nl/UK>
- 23) ワーヘニンゲン食品科学センター (Wageningen Centre for Food Sciences) のホームページ
http://www.wcfs.nl/webdb/wcfs_home.html
- 24) フードバレーのホームページ
<http://www.foodvalley.nl/english/default.aspx>
- 25) 「オランダにおける食関連クラスターの事例・連携方策に関する調査」報告書 平成18年3月

- 特定非営利活動法人 近畿バイオインダストリー振興会議
- 26) 「ニュートリゲノミクスによる機能性食品開発の基盤整備に関する調査研究」報告書 平成18年3月 財団法人 機械システム振興会議
http://www.jbic.or.jp/invs_r_r/sub/06/files/03ntrgnm.pdf
- 27) Wageningen Institute for Food Safety のホームページ
<http://www.nugo.org/everyone/4246/4250>
- 28) Agrotechnology and Food Science Group のホームページ
<http://www.afsg.wur.nl/UK/>
- 29) Plant Research International のホームページ
<http://www.pri.wur.nl/uk/>
- 30) TNO のホームページ
<http://www.tno.nl/index.cfm?Taal=2>
- 31) NIZO のホームページ
<http://www.nizo.com/>
- 32) Center for BioSystems Genomics のホームページ
<http://www.cbsg.nl/>
- 33) Nutrigenomics Consortium のホームページ
<http://www.genomics.nl/Home/GenomicsNL/GenomicsCentres/Nutrigenomics.aspx>
- 34) Top Institute Food and Nutrition のホームページ
<http://www.tifn.nl/>
- 35) TNO Japan の資料
<http://home.att.ne.jp/yellow/tnojapan/index.html>
- 36) Juriaanse A.C., NIZO food research, Int. J. Dairy Technol., 57, 191-197 (2004)
- 37) ニュートリゲノミクス機構 (NuGO: European Nutrigenomics Organization) のホームページ
<http://www.nugo.org/>
- 38) Garosi P. et al. Defining best practice for microarray analyses in nutrigenomics studies. Br. J. Nutr. 94, 425-432 (2005)
- 39) Center of Excellence for Nutritional Genomics のホームページ
<http://nutrigenomics.ucdavis.edu/>
- 40) Dawson K. Rodriguez R. L. Malyj W., Sample phenotype clusters in high-density oligonucleotide microarray data sets are revealed using Isomap, a nonlinear algorithm; BMC Bioinformatics. 2005; 6, 195
- 41) Sciona 社のホームページ
<http://www.sciona.com/contact.html>
- 42) NutraGenomics 社のホームページ
<http://www.nutragenomics.com/>

執筆者



客員研究官
鷲見 芳彦

帝人株式会社
新事業開発グループ
研究企画推進部
先端バイオ企画担当部長
<http://www.teijin.co.jp>



医学博士 血液の生化学、神経細胞の再生研究、創薬基盤研究などを経て、現在、バイオテクノロジーを利用した新しい研究開発と事業化の企画に携わる。バイオテクノロジーは、医療 (Red-bio)、農水環境 (Green-bio)、工業 (White-bio) と広く使われているので、今忙しい。

防災・減災のための 情報通信システムの相互運用

臼田 裕一郎
客員研究官

1 はじめに

防災・減災においては、自助・共助・公助の様々な場面で、ハザードマップをはじめとした災害に関する情報を効果的に活用することが重要である。平成 19 年 6 月 1 日に閣議決定した長期戦略指針「イノベーション 25」¹⁾において、早急に開始すべき「社会還元加速プロジェクト」のひとつとし

て、「安全・安心な社会」を目指した「きめ細かい災害情報を国民一人ひとりに届けるとともに災害対応に役立つ情報通信システムの構築」が挙げられている。図表 1 に、平成 20 年度にこのプロジェクトに位置付けられた各府省の取り組みを示す。本稿では、実際に構築が進められている防災・減災のた

めの情報通信システム(以下、「防災情報システム」と呼ぶ。)の現状について俯瞰し、今後求められる防災情報システムの構築および運用のあり方として、「防災情報システムの相互運用」について述べる。特に防災・減災を目的として災害が起こる前から活用されているべき情報システムに着目する。

図表 1 イノベーション 25 社会還元加速プロジェクト「防災情報通信システム」に位置づけられた各府省の取り組み

きめ細かい災害情報を国民一人ひとりに届けるとともに災害対応に役立つ情報通信システムの構築		H19 予算	H20 予算
「防災の見える化」の推進	内閣府		20
防災情報共有プラットフォームの機能拡張	内閣府	175	171
防災関連情報基盤の構築によるハザードマップ普及促進	内閣府		15
消防防災分野における ICT 活用のための連携推進事業	総務省		17
災害情報通信システムの研究開発等	総務省	261	516
地震・津波観測監視システム	文部科学省	1,558	1,406
災害リスク情報プラットフォーム	文部科学省		1,136
災害情報共有システム (DISS) の開発と活用	国土交通省		29 の内数
蓄積された災害情報の活用	国土交通省	12	12
洪水予測の高精度化 / リアルタイムハザードマップの開発	国土交通省		671,342 の内数
ケーブル式海底地震計の整備による東海・東南海・南海地震の監視体制の強化	国土交通省	839	785
光ファイバの高度利用や多様な通信インフラの連携による防災情報通信基盤の構築	国土交通省		7
(小計)			4,085

(百万円)

参考文献²⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

2 防災情報システムの現状

防災情報分野の施策について、「平成19年版防災白書」³⁾より抜粋すると、「平成15年7月の中央防災会議の「防災情報の共有化に関する専門調査会」⁴⁾において、各種行政機関の防災情報システムの有機的な連携のあり方、行政と住民、住民等同士の間における防災情報の共有、科学的防災情報の提供についての報告を取りまとめている。また、平成18年1月の「IT新改革戦略」(IT戦略本部決定)⁵⁾においては、防災コンテンツの国民への提供促進、防災・治安情報の基盤の高度化・堅牢化、防災情報共有プラットフォームの拡充などがうたわれている。さらに、平成18年7月の「重点計画2006」⁶⁾においては、世界に誇れる安全・安心な社会の構築を目指すために、ITによる防災情報基盤整備

の推進が掲げられている。」とされている。

防災情報システムの構築については、内閣府、国土交通省、気象庁、消防庁等において、各種災害・防災情報の収集、共有、伝達を目的とした防災情報システムの構築が挙げられる(図表2)。同様に、各地方自治体においても、それぞれ独自の防災情報システムの検討、構築が進められている。また、近年では、事業継続計画(BCP: Business Continuity Plan)や企業防災の観点から、企業内における防災情報システムの構築も急速に行われつつある。

一般利用者向けに公開され、平時から利用可能な防災情報システムも官民を問わず数多く存在する。防災に資する情報として

多くの自治体から提供されているハザードマップについては、紙媒体で一般配布されるとともに、インターネットホームページ上で公開されている場合が多い。そのほとんどが画像やpdfといった静的なファイルとしての公開であるが、中にはWebGIS(Web Geographic Information System)などの技術を導入し、拡大や縮小等も可能な防災情報システムもある。例えば、「茅ヶ崎市地震シミュレーションシステム」⁷⁾では、選択や操作により結果が異なるシステムとして、利用者が想定地震とマグニチュードを任意に設定することで、その結果想定される震度や液状化の状況を表示することができる。(株)日立東日本ソリューションズが公開している「室内危険度診断システム」⁸⁾で

図表2 国が構築を進める防災情報システムの例

システム名	府省庁名	概要
防災情報共有プラットフォーム	内閣府	防災機関が横断的に共有すべき防災情報の形式を標準化し、国、地方公共団体等の各機関や、住民等の情報を共通のシステムに集約し、その情報にいずれからもアクセスし、入手することが可能な共通基盤。地震による被害推計情報、気象情報、河川情報等を取り込み、災害現場における被災情報や各機関の活動情報を同一の地図上の情報として、わかりやすい形で共有することを可能としている。
地震活動等総合監視システム(EPOS)、地震津波監視システム(ETOS)	気象庁	全国約600地点に震度計と約180地点に津波地震観測施設を設置してオンラインで地震の観測データを収集、処理・解析して、地震・津波情報を発表。
震度情報ネットワークシステム整備事業	消防庁	全国の都道府県、市町村の約3,400地点に設置した震度計から観測される震度情報を消防庁へ即時に情報収集し、広域応援体制確立の迅速化等に利用。
強震計ネットワーク	(独)防災科学技術研究所	全国約1,000ヶ所に強震計を設置し、地震情報を通信ネットワークで収集・配信するための設備の整備を図っており、地震発生時の初動対応等に活用。
地域気象観測システム(AMeDAS)	気象庁	局地的な気象情報の観測を行う。
気象資料総合処理システム(COSMETS)	気象庁	衛星を利用して雲の分布・高度などを観測する静止気象衛星を活用して観測データを収集し、解析、予測。
気象情報伝送処理システム	気象庁	気象庁で処理・解析により作成された情報を、内閣府、防衛省、消防庁、海上保安庁等の中央府省庁と共に、国土交通省地方整備局、地方公共団体に伝達。
河川情報システム	国土交通省	一級河川等を対象として、雨量・水位テレメータおよびレーダ雨量計ならびに情報処理設備からなり、雨量・水位の情報を収集。

参考文献³⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

は、間取りや建物の構造、家具の配置状況などを利用者自らが入力することで、どのくらいの震度の地震が発生すると、家具の転倒や散乱がどのように発生するか、そして、その中でどのように避難するかをシミュレーションすることができる。さらに、情報の提供サービスだけではなく、住民参加型で情報を作成し、共有するシステムの例も見られる。神奈川県藤沢市の「ふじさわ電縁マップ」⁹⁾では、

バリアフリー・文化財・グルメ・見どころなどに関する様々な地図を住民が協働で作成し公開しているが、防災についても、避難所・防災倉庫・消火栓・医療施設などの情報が、住民の投稿により地図として作成・公開されている。

このように、情報通信技術(ICT: Information Communications Technology)の発展が著しい現在、インターネットを介す形での情報収集・情報共有・情報伝達に

関する取り組みは、今後も一層増えていくものと考えられる。また、従来は公的機関のための防災情報システムが多かったことに比べると、近年は住民や地域コミュニティあるいは企業等を利用者として想定したシステムが増えてきており、公助のみならず、自助や共助を支援することにも重点が置かれつつある。

3 これからの防災情報システムに求められる要件

このような防災情報システムの構築と運用が進められつつある中、情報を活用して防災・減災対策を検討し実行するために求められる今後の要件として、特に下記の2点が挙げられる。

3 - 1

マルチハザード・マルチリスクへの対応と不確実性考慮のための「情報の統合利用」

防災・減災においては、地震・噴火・洪水・がけ崩れ・津波などを引き起こすハザード(災害の発生源)は1種類ではなく、起こりうる全てのハザードを対象としなければならない。また、リスク(ハザードより受ける被害)も、生命に関するリスク・物的リスク・経済的なリスク・復旧や復興に係るリスク等、多様に存在する。すなわち、防災・減災対策においては、誰もが、マルチハザード・マルチリスクへの検討と立案を行っていく必要がある。加えて、自然災害の発生メカニズムの解明はいまだ完全ではなく、災害に関する情報には多くの不確実性が含まれている。したがって、情報を利用する際には、その信頼性や精度、発信主体の多様性等について十分に配

慮する必要がある。

このマルチハザード・マルチリスクへの対応、そして不確実性を考慮した防災・減災対策を検討し立案していくためには、利用者側は、単独の情報のみに頼ることはできない。その時点で存在するより多くの情報を入手し、比較し、取捨選択(トレードオフ)し、総合的に判断した上で、自らの行動の意思決定を行っていくこと、すなわち、「情報の統合利用」を行っていく必要がある。

これに対し、既存の防災情報システムでは、例えば、地震に関する情報、洪水に関する情報、土砂災害に関する情報などがハザード毎に独立したシステムで運用されており、それらをひとつの場で統合的に利用できない場合が多い。また、WebGIS等を組み込んだ重畳表示が可能な既存のシステムにおいても、選択できるのはそのシステム内であらかじめ整備されている情報に限られ、他のシステムで運用されている情報を取り込んで統合利用することはできない場合がほとんどである。このような状況では、たとえマルチハザード・マルチリスクへの対応や不確実性を考慮するための多種多様な情報が存在していたとしても、利用者がその情報間での比較・トレード

オフ・総合判断を行うことは困難である。したがって、今後の防災情報システムの構築では、マルチハザード・マルチリスクへの対応と不確実性の考慮を行うために、「情報の統合利用」を可能とする機能の開発が求められる。

3 - 2

情報の信頼性を確保するための「情報間の連動」

利用者が情報に基づいて意思決定を行う場合、その前提として、利用する情報の信頼性が確保されていることが必要である。信頼性とは、活用し即した精度が担保されていることを指す場合が多い。しかし、災害リスクの分野においては、前述したとおり未だ不確実性が多く存在している。したがって、必ずしも精度が十分でないとしても、その情報を基に防災・減災対策を検討する必要がある場合もある。その際、その情報の出所や作成方法等が明らかであるとともに、その作成方法に従って、連動すべき情報同士が連動していなければならない。ここでいう連動とは、あるデータが更新された場合に、そのデータを利用して作成されたデータも併せて更新されるということである。例えば、地

震災による被害想定図は、地震の発生可能性評価結果を基として、ボーリングデータや地質データ等から作成された地下構造モデルやその上に居住する人口や建造物の耐震性評価等を加え、多種類の情報を統合的に処理し、シミュレーションされた結果として出力されたものである。したがって、この元データのうち一つでも更新された際には、その都度、出力結果である被害想定にも変更が必要になる。この連動が正しく行われることで、使用する被害想定がつねに最新の知見を反映したもので、かつ、情報間での不整合もな

いこととなり、初めて、信頼性のある情報と位置付けることができる。

これに対し、現状の防災情報システムでは、利用する情報をそのシステム内固有のデータベースに格納しており、それらをつねに最新のものにアップデートしていくことは運用上の負荷が大きい。そのため、システム構築時に整備した情報を更新せずに使用している場合が多く、結果として、新しい知見が反映されていない古いデータで運用されている情報システムが多々存在してしまっている。このような状態では、防災・減災対

策を検討し立案する上で、最新の知見を活用できず、また、整合性の取れないデータを使用していることにもなり、本質的に望ましい対策を執ることができない。

災害リスクの調査や研究においては、日進月歩で新しい知見が生まれており、不確実性を減らすためには、つねに最も確からしい情報を利用できることが重要である。したがって、今後の防災情報システムの構築では、最新の知見の活用と、情報間の整合性を確保するために、連動すべき情報を連動させる仕組み作りが必要である。

4 多様なシステム間での情報の流通を可能とする「相互運用」 ● ● ● ● ●

2章で記したとおり、現在、多様な防災情報システムの構築および運用が進められている。しかし、的確な防災・減災対策を検討し立案していく上では、3章で挙げた2つの要件を充足させる必要がある。これに対し、現状の防災情報システムが抱えている問題は、それぞれのシステムが独立して構築・運用され、そこで提供されている情報はそのシステム上でしか利用できない形となっているということにある。例えば、現行の公的機関の防災情報システムは、公的機関が防災対策等を検討し実行するためのシステムであり、住民等が利用することは必ずしも想定していない。しかし、そのシステム内で利用されている情報には、住民が自助や共助を考える上でも有効な情報が多々含まれている。例えば、防災施設の位置や設置されている機材の情報・被害想定・過去の災害履歴などは、住民にとっても非常に重要な情報である。しかし、これらの情報は、紙媒体のハザードマップに含められて提供されたり、公的機関のホームページで表や pdf 等の固定化さ

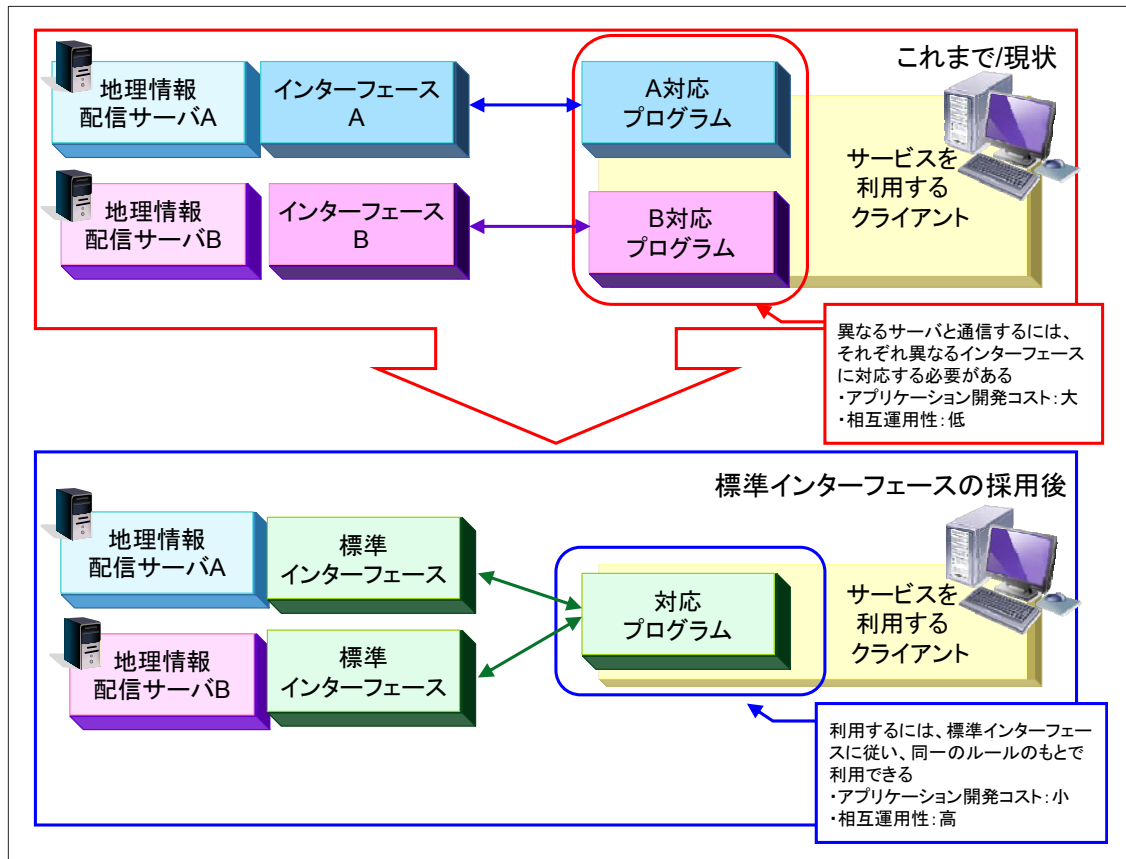
れた情報として提供されている場合が多い。結果として、住民側は、自らが使用する防災情報システム上で扱えるよう、住民自らがこれらの情報を編集・作成し、利用しているのが現状である。一方、住民間での取り組みとして、日頃から感じる「ヒヤリハット」や危険箇所等をまとめた「防災マップ」づくり等が行われている。しかし、これもあくまで住民間での情報共有に留まり、公的機関の防災情報システムがこれらを取り込んで防災対策に活用している例は見られない。

中央防災会議「防災情報の共有化に関する専門調査会報告」⁴⁾においても、今後の課題として「自助・共助・公助がバランスした防災社会の確立」が挙げられており、「行政による公助に加えて、地域の住民、NPO、企業等の自助・共助により地域の防災力を高めることが極めて重要である。自助・共助がより効果的に行われるためには、これを支える情報の流通が不可欠」とされている。しかし、現状の防災情報システムでは、防災・減災のための情報の統合利用および連動を実現するための情報の流

通が行われているとはいいがたい。

これらの課題を解消するには、全ての防災情報システムの仕様を統一する、または、全ての情報のフォーマットを統一する、という方策が考えられる。しかし、個々の防災情報システムは、それぞれが想定する利用者に対して必要な機能や利便性を提供することも重要な目的であり、それを含めてさらに同一の仕様にも合わせるということは現実的に不可能である。これに対し、別の方策として、防災情報システムのインプットとアウトプットの部分、すなわち、システム間のインターフェースだけを標準化し、システム間で情報をやり取りできるようにする「相互運用」方式での情報提供がありうる。これは、図表3に示すように、これまでサーバ毎に異なっていたインターフェースを標準化することで、それぞれ独立した情報通信システムから提供される情報を相互に利用できるようにする方式である。この方式に則った情報提供を行うことにより、異なる多様な防災情報システム間で扱ってきた情報を互いに流通することが可能

図表 3 情報通信システム間の相互運用のイメージ



参考文献¹⁰⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

となる。その結果、システム同士が接続され、利用者は並列または一連の情報サービスとして利用することも可能となる。これまでの情報提供のあり方が、提供機関・組織間で分散・独立したシステムであるとする、相互運用とは、

提供機関・組織間で分散しているが連携しているシステムと言える。これは、情報提供者が構築したシステム上でのみ利用者が情報を利用するという、従来の一方向的で固定化した運用方式とは異なり、利用者が、外部で提供されて

いる様々な情報を、利用者側のシステムに動的に取り込んで利用することが可能なシステムである。このように、今後は、誰もがすべての情報をどのシステム上でも利用できる環境が実現することが求められている。

5 相互運用の有効性

ここでは、情報通信システム間の相互運用が3章で挙げた防災情報システムに求められる要件をどのように充足しうるかについて、事例を挙げて紹介する。

5 - 1

「情報の統合利用」の実現可能性

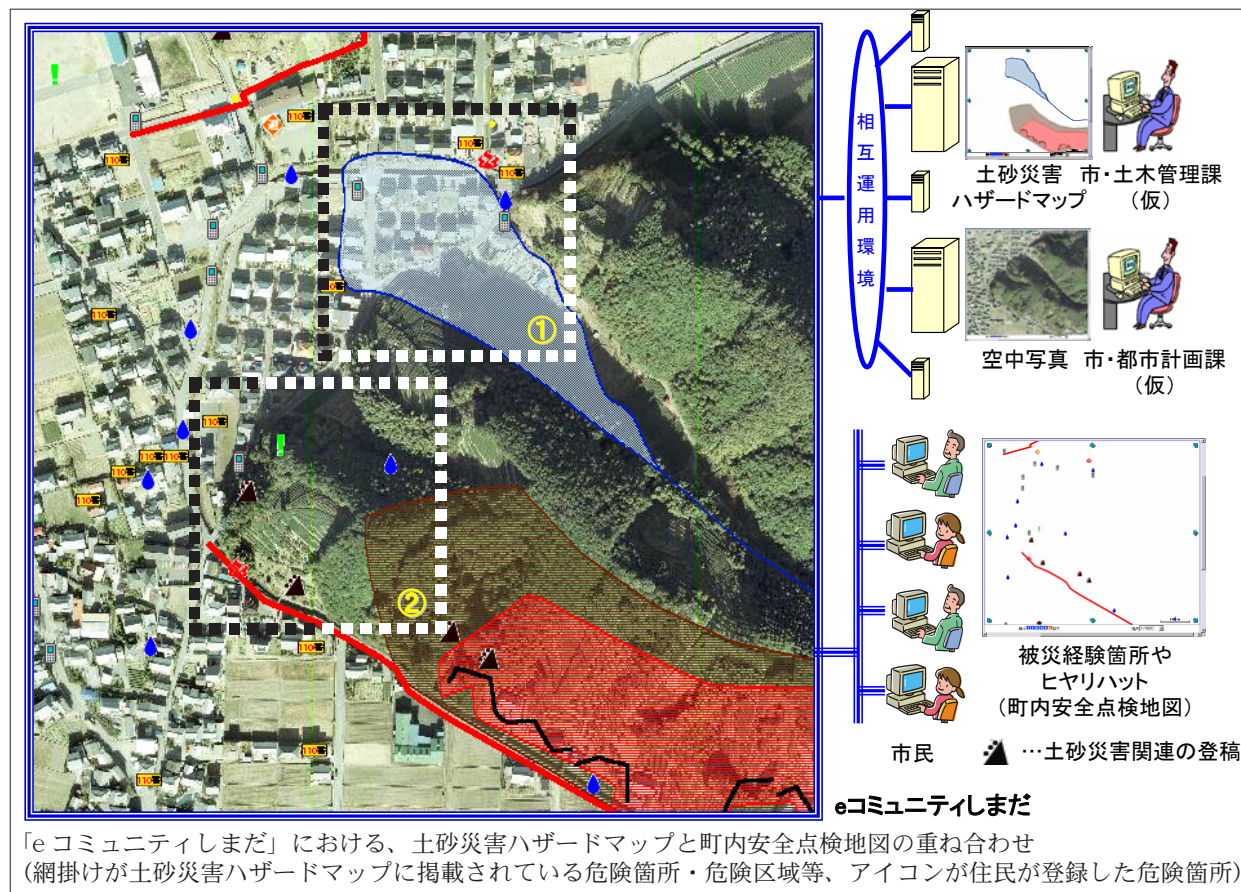
3-1で述べた通り、マルチハザード・マルチリスクへ対応し、不確実性を考慮するためには、複数の防災情報システムから提供さ

れている情報の統合利用を可能とすることが求められる。しかし、4章で述べたように、その防災情報システムが互いに独立し、連携がなされていなかったことがこれまでの課題であった。これに対し、図表3のような相互運用の考え方を取り入れ、互いの防災情報システムを連携し、運用できる仕組みを検討している具体的事例について、以下に紹介する。

静岡県島田市では、地域における住民の様々な活動を情報面で支援することを目的に、地域情報共

有基盤(eコミュニティ・プラットフォーム)「eコミュニティしまだ」¹¹⁾が運用されている。「eコミュニティしまだ」では、音楽・環境・菓子・商業経営などをテーマとした35のコミュニティが地域活動を行っている。この中に、防災活動としては「町内安全点検地図」というコミュニティがある。ここでは、平成17年から、地区内の安全・安心をテーマに、被災経験箇所や危険と思われる箇所、「ヒヤリハット」等が住民の手で地図上に投稿されている。当初、この取り組み

図表4 eコミュニティ・プラットフォーム上での情報の統合利用



参考文献¹¹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

は住民間のみでの情報共有として行われてきた。一方、行政(静岡県および島田市)からは、土石流・がけ崩れ・地滑りといった土砂災害に関する危険区域を示した「島田市土砂災害ハザードマップ」が紙媒体で住民に配布されてきた。しかし、媒体が異なるために、上記の「町内安全点検地図」内には、「島田市土砂災害ハザードマップ」に記された危険区域は記されておらず、比較等もなされていなかった。

平成18年12月、(独)防災科学技術研究所は、実証実験として、「島田市土砂災害ハザードマップ」をデジタル化し、模擬的に準備した行政用サーバに格納し、「eコミュニティしまだ」と相互運用形式で情報をやり取りできるよう整備した。同様に、空中写真等の他の情報についても相互運用形式の整備を行った。その結果、図表4に示すように、これまで媒体の違いにより比較することができな

かった行政提供の「島田市土砂災害ハザードマップ」と、住民が整備してきた「町内安全点検地図」を、「eコミュニティしまだ」上の同一画面内で重ね合わせることができるようになった。これにより、住民側のリスク認識と行政側のリスク認識に相違がある箇所を、双方で明確に確認できるようになった。

例えば、図表4①の網掛け部分は、行政側が指定している土石流危険区域であったが、住民側の「町内安全点検地図」では土砂災害については何も投稿がされていない、すなわち、住民側では危険という認識がない箇所であった。これは、土石流が地形的に奥まったところを起点として発生する災害リスクであるため、住民にとっては日常的には認識が困難であったためと考えられる。一方、図表4②は、住民側は危険と認識していたが、行政側では危険箇所・危険区域と指定していなかった箇所

あった。住民からは「急峻な山が住宅に迫っていて大雨や地震の時の山崩れが心配」「道のそばに家があるが、山が急峻なため崩壊したときには、道や住宅に被害が出るおそれがある」といった投稿が複数なされていた。しかし、行政側の危険箇所・危険区域は、それぞれ決められた一定の基準にしたがって指定されているため、住民の視点は考慮されていなかった。このように、行政と住民との認識の間には2つの大きな相違が存在していたことが今回の相互運用により明らかとなった。

このような比較結果を地図上で明示したシステムを用いて、住民間でワークショップを行ったところ、この認識の相違に議論が集まった。事後アンケートの自由回答においては、「災害ハザードマップをもっとよく見ておこうと思う」「地元の意見を十分取り入れてほしい」「次につなげる話をどうするか、さらに先をめざそう」

といった意見が記述されていた。これは、行政とのリスク認識の相違を住民が明確に認知できたことにより、リスク対応へのより強い関心が生まれ、積極性が出てきたことの表れと考えることができる。一方、行政側においては、今後の危険箇所・危険区域の説明として、全体的な説明に加えて、図表4①のように住民側に日頃から認識されていなかった危険箇所を重点的に説明することで、住民の認知を効果的に高めることが可能となる。逆に、図表4②のように、住民側が危険と認識している箇所がハザードマップで危険と指定されていないことについては、その理由や今後の対応方策について、行政側が明確な説明責任を持って対応することが求められる。

このように、住民側・行政側それぞれの防災情報システム間で相互運用を可能とすることで、これまでの行政からの一方向的なハ

ザードマップの配布や、住民のみで行っていた危険箇所のマッピング作業だけでは得られなかった相互効果が生まれている。これが相互運用に期待された有効性のひとつである。なお、島田市では、このような地図的なデータに限らず、耐震化助成の情報等、防災・減災に係るその他の様々な情報も、市の公式ホームページで提供すると同時に、eコミュニティしまだのホームページでも同時に連携して表示できる情報の運用方式について、さらに検討を進めている。

5 - 2

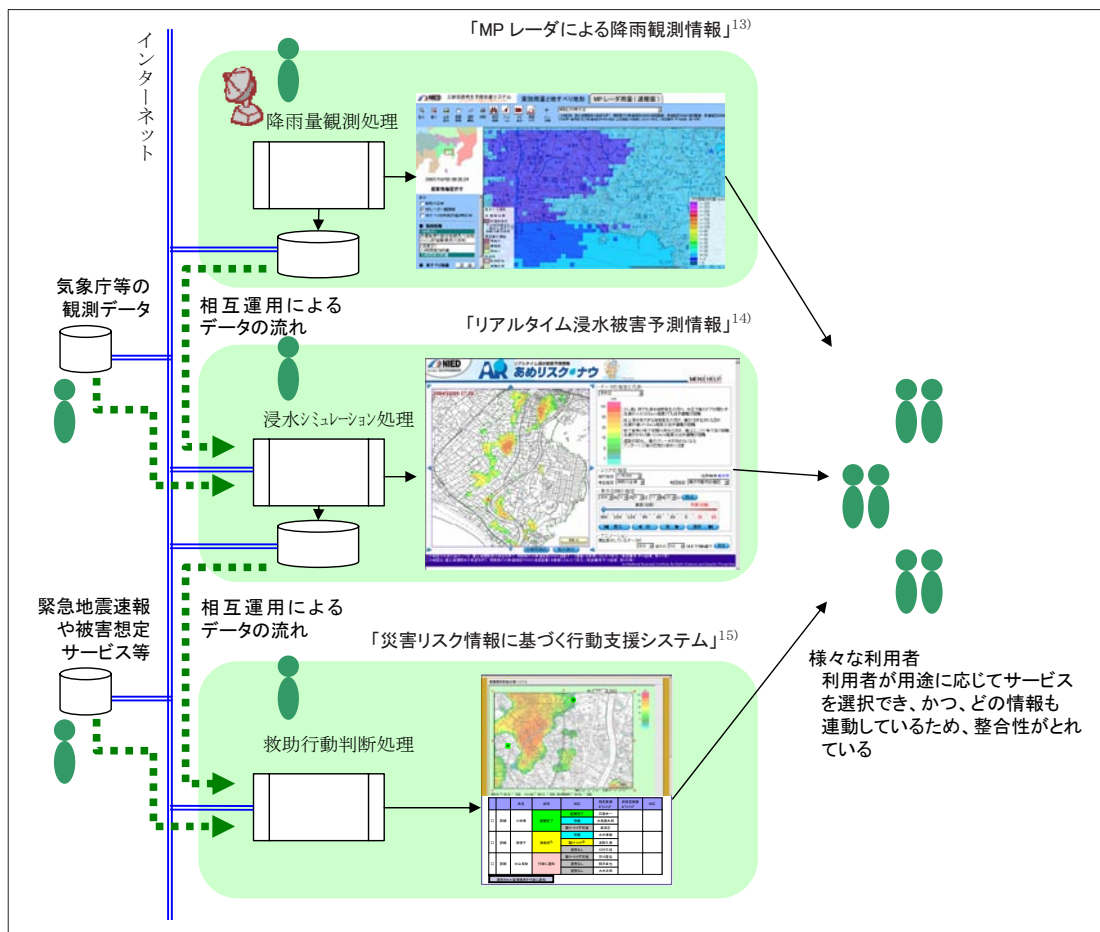
「情報間の連動」の実現可能性

情報共有をさらに発展させることで、さらに期待されるのは、防災情報システム同士を相互に連携させることで、ある情報がアップデートされた際に、それをトリガ(きっかけ)として、その情報を

基に処理が行われるプログラムやサービスが連動する、いわば、複数の防災情報システムを動的に連携させた一連の防災情報システムの実現である。

例えば、地震による地盤の揺れやすさの評価においては、地下構造を詳細にモデル化する必要があるが、そのためには一定量のボーリングデータが必要である。ボーリングは都市インフラ整備や建造物の建築の際に適宜実施され、データは自治体等で管理されている。これまで、地下構造のモデル化を行う場合には、その時点までに整備されていたボーリングデータを収集し、モデル化処理を行っていた。そのため、そのタイミング以降に登録されたボーリングデータについては、次の更新のタイミングまで、地下構造モデルに反映されなかった。これに対し、相互運用により、ボーリングデータの登録・管理を行う情報シ

図表5 相互運用による情報の連動



参考文献^{13～15)}を基に科学技術動向研究センターにて作成

システム・地下構造モデルを生成する情報システム・揺れやすさを評価する情報システムを相互に連携させることができれば、ボーリングデータが登録される都度、それをトリガとして一連の処理が連動し、つねに最新かつ最大限精度の高い情報としての地下構造モデルおよびその先の揺れやすさの評価データを保持することが可能となる。現在、この相互運用に関する研究が、科学技術振興調整費重要研究解決型研究「統合化地下構造データベースの構築」¹²⁾の一環として、平成18年7月より開始されている。

このような情報システム間連携は、リアルタイムのデータを利用するシステムにおいて、その効果を特に発揮する。例えば、(独)防災科学技術研究所では、都市における降雨災害に関する防災情報システムとして、次の3つの研究開発が行われている。1つは「MPレーダによる降雨観測情報」¹³⁾という、降雨の観測精度および予測精度の向上に関する研究開発、1つは「リアルタイム浸水被害予測情報」¹⁴⁾という1時間後の浸水危険度を予測するシステムの研究開発、そして最後の1つは様々な

災害リスク情報を基に、自らが避難したり、要援護者の避難支援を行う「災害リスク情報に基づく行動支援システム」¹⁵⁾の研究開発である。これらは、現時点では別々の独立したシステムとして研究開発が行われている。これに対し、情報システム間連携を行えば、図表5に示すように、MPレーダにより観測された降雨データを、リアルタイムで浸水シミュレーションシステムが受けて1時間後の浸水危険度を予測し、その予測データを受けて、行動支援システムが利用者に避難ルートや救助ルートを提供する、という一連の処理が可能となる。

さらに、リアルタイム浸水シミュレーションシステムでは、MPレーダ以外の観測データも相互運用により取り込むことで、浸水危険度の予測精度を向上させることができる。また、行動支援システムでは、浸水以外の被害予測(例えば、緊急地震速報による震度情報を基にしたリアルタイム被害想定など)を取り込んだ、マルチハザードでの行動支援システムへの発展を検討することが可能となる。このように、1つの巨大システムで最初から最後まで処理

を執り行うのではなく、処理をできるだけ分割し、それぞれを独立したシステムとして位置づけつつ、相互運用により動的に連携させることで、一連の処理の所々で新たなデータを加えて精度を向上させたり、1つのデータがより多くのシステムで動的に利用されることが可能となる。

近年、情報システムが提供するデータやサービスを利用者側で容易に扱うことを可能とするAPI(Application Programming Interface)の無償提供(例えばGoogle Maps APIなど)により、利用者側で、複数のサービスやコンテンツを組み合わせる(Mash up)ことによる、様々な新しいサービスの構築も多くなされつつある。このように、情報の提供側がその情報の利用方法の全てを司るのではなく、誰もがどのシステム上でも利用可能な状態で情報を公開することで、利用者側で有効な利用法をみ出す、すなわち、ユーザイノベーションが創出される。この点も、今後の防災・減災のための情報提供のあり方として非常に重要である。

6 相互運用の実現に向けた技術開発および制度検討の動向 ●●●●●●●●

相互運用を実現するためには、防災情報システム間で情報が流通するためのインターフェースの標準化が必要である。この標準化に向けた取り組みとして、現在までに進められている技術開発や制度検討の動向について、以下に述べる。

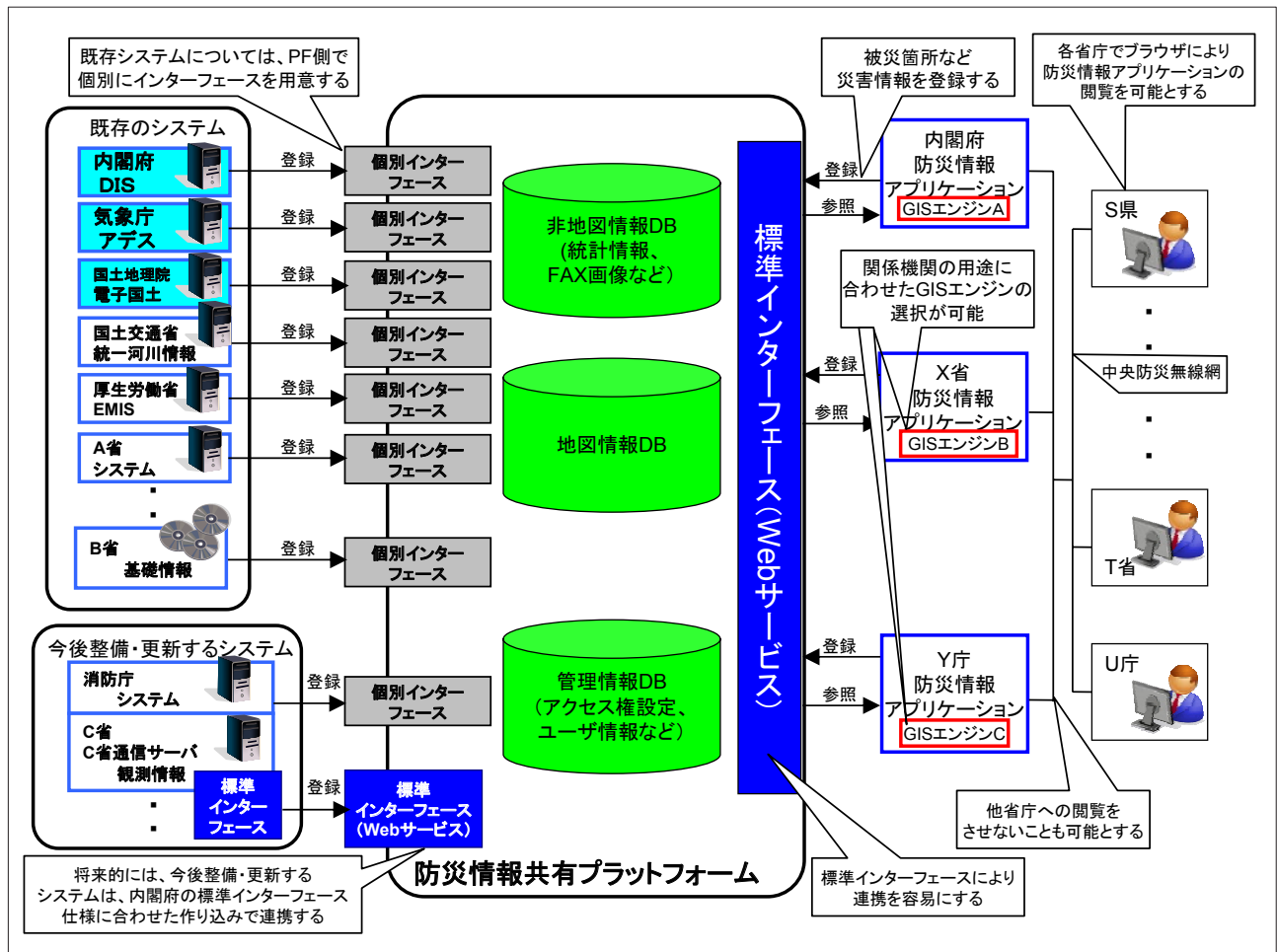
まず、我が国の動きとしては、内閣府が構築を進める「防災情報共有プラットフォーム」¹⁶⁾がある(図表6)。これは、当面既存システムとは個別のインターフェースを採っているが、将来的には標準

インターフェースでの相互運用を想定した仕組みを目指している。実現すれば、防災情報共有プラットフォームには、既存システムとともに今後整備・更新されるシステムからもつねに最新情報が登録されることになる。さらに、各府省庁の防災情報システム(図表6中では防災情報アプリケーションと表現されている)も相互運用形式に準拠することで、このプラットフォームを経由して最新の情報を利活用できることになる。現在、そのための防災情報様式の作成や

システム技術仕様(接続方法等)、運用・維持の体系等の公開についての検討が進められている。

(独)防災科学技術研究所・(独)産業技術総合研究所は、災害情報の共有による減災のための戦略的・協調的対応の実現のために、多種多様な情報共有を可能とする「情報共有プラットフォーム」の開発と、この開発において、既存システムや最新技術を用いたシステムとの接続を容易にするため、広く認知されている各種標準を基本とした「減災情報共有プロトコル」¹⁷⁾

図表 6 内閣府「防災情報共有プラットフォーム」の全体構成図

出典：参考文献¹⁶⁾より引用

の仕様を提案している。

一方、地方公共団体の防災情報システムについては、防災という枠ではなく、地域情報全般を扱うシステムとして、総務省が「地域情報プラットフォーム」¹⁸⁾の検討を進めており、システムのあるべき姿としての仕様の標準化を行おうとしている。具体的には、WebサービスやXMLなどの技術を活用して情報システム基盤を共通化し、行政・民間を問わず地域のさまざまなサービスを連携・統合して提供することを目指している。これは(財)全国地域情報化推進協会により推進されており、アプリケーションのひとつとして、防災を想定した「防災アプリケーション基本提案書(第2版)」¹⁹⁾が作成されている。

放送業界では、放送のデジタル化により、映像と音声だけの放送

から、より多くの付帯情報を伝えるデータ放送が可能となってきている。データ放送は、災害時の有効な情報伝達手段として注目されており、「デジタル放送地域情報共通XMLフォーマットTVCML (TeleVision Common Markup Language)」²⁰⁾として、災害情報の伝達に活用することをテーマに、表現の多様性や情報の一意性、速報性の向上などを図り、より汎用性を持たせた規格を目指して検討が進められている。

なお、防災情報システムで活用される情報の多くは位置情報を含む情報であり、地理空間情報のひとつとして位置づけることができる。地理空間情報の分野では、現在、国際標準(ISO-19100シリーズ)としての標準化が検討されている。我が国においても、これに準拠したJIS規格化

(JIS-X7100シリーズ)が進められている。さらに、我が国ではその普及促進のため、国土地理院により、より使いやすく整理した実用版である「地理情報標準プロファイル(JPGIS: Japan Profile for Geographic Information Standards)」²¹⁾や「日本版メタデータプロファイル(JMP: Japan Metadata Profile)」²²⁾が作成されている。インターフェースの仕様については、例えば、WMS(Web Mapping Service: ISO-19128規定済)、WFS(Web Feature Service: ISO-19142検討中)、WCS(Web Coverage Service)が挙げられる。WMSはコンテンツを画像化してやり取りする形式、WFSは地物オブジェクトそのものをコンテンツとしてやり取りする形式、WCSは数値データとしてやり取りする形式である。

このような形式に従った情報の受発信を可能とすることで、異なるシステム間でも必要に応じたデータのやり取りを動的に行うことができるようになる。このように、地理空間情報の分野では、国際的な標準化の動向が加速している。国内においても、平成19年3月には省庁連絡協議会による「GISアクションプログラム2010」、5月には国会にて「地理空間情報活用推進基本法」が成立するなど、情報の標準化とその活用への動き

が活発化している。また、国土交通省国土計画局では、WMSをベースとした「地理情報共用 Web システム標準インターフェースガイドライン」¹⁰⁾が策定され、今後より多くの機関・団体での利用が期待されている。我が国では、国内における地理空間情報の標準化に関する取り組みが阪神淡路大震災を機に活発化してきた経緯がある。多様な分野で利活用される地理空間情報の中でも、特に防災・減災に関する情報は重要視されて

いる。

以上に述べてきたとおり、文字情報・数値情報・地図情報・映像情報・音声情報などの防災にかかわる様々な情報の流通を可能とする標準化に向けた仕様検討がそれぞれ進められている。検討は、今後さらに加速されるが、さらに、どの情報も隔てなく利用できるような、それぞれの仕様間で連携されるべきである。

7 今後の課題

7 - 1

各機関・団体における相互運用への積極的対応とそれを推進する情報提供ガイドラインの整備

防災情報システムの相互運用に向けては、6章に挙げた技術や制度の動向に対し、各機関や団体が具体的に情報を流通させることに前向きになれるかどうかは鍵となる。現在、国内の機関や団体が行っている相互運用形式での情報発信には、国土地理院(刊行はESRI ジャパン(株))の50mメッシュ標高²³⁾および空間データ基盤25000²⁴⁾、国土交通省国土計画局のオルソ化空中写真²⁵⁾、(独)防災科学技術研究所の地すべり地形分布図²⁶⁾等があり、それらはWMS形式で提供されている。しかし、まだごく少数である。特に各種行政機関は、情報の提供には基本的に慎重な姿勢を見せている。提供した情報が原因で何らかの問題が発生した場合、往々にしてその責任が提供者側に問われるケースが多いことがその理由のひとつである。しかし、防災・減災においては、情報提供をすることによって救われる対象は、かけが

えのない人命や財産である。たとえ精度や確度の低い情報であっても、提供することによって救われる命や財産があるのであれば、むしろ、提供しないことで救うことができなかった責任のほうが問われるべきであろう。

今後は、どのような提供をすれば的確な利用がなされるのかを十分に議論・検討し、情報提供を行う上で準拠すべき基準を明確に設定することで、より積極的な情報提供および相互運用への対応を促進していくことが重要である。例えば、地理情報システム(GIS)関係省庁連絡会議は、これまで政府の保有する地理情報が公有物であると認識しながらも、電子的提供の可否や条件等が明確でなく、部局によっては提供を躊躇していたということを問題視し、その提供方法等を明確にし、透明・公正なルールの下、地理情報流通を促進するために「政府の地理情報の提供に関するガイドライン」²⁷⁾を平成15年4月に策定した。ここでは、「各府省が保有している地理情報は、それぞれの行政目的を達成するためのみならず、個人、企業等からの利用ニーズも高く、社会・経済活動に有益な情報であるため、個人、企業等に不利益が

生じまたは行政活動等に重大な支障が生じるおそれがある場合を除き、原則として、インターネットを通じて無償提供することとしているが、個人や民間等の創作性を十分に発揮させるため、その利用方法については極力制限を設けないものとする。」とされている。また、所在情報の提供、提供を可能にするための配慮、提供方法、提供条件の設定等についてや、提供に際し留意すべき個人情報の保護、国・公共による安全の確保、著作権の所在の明確化等についての具体的な提案を行っている。さらに別の例としては、空中写真について、(財)日本測量調査技術協会が「個人情報保護及び国家安全保障等に配慮した高解像度航空写真の公開について(注意喚起)」²⁸⁾として、空中写真提供時における留意点を挙げている(指摘している)。このような、情報の提供を躊躇なく積極的に実施するためのガイドラインが、各種情報に関係する機関や団体により検討されることで、より多くの防災情報システムを相互運用形式に対応し、各種情報が流通・連動・統合利用されることが、防災・減災に必要な情報基盤の実現につながる。

災害リスク情報を活用した 防災・減災対策の推進

ここまで、防災情報システムの相互運用環境の構築が、防災・減災を目指す上で重要な役割を果たしていることについて述べてきた。しかし、このようなシステムや相互運用環境の実現が最終目的ではないことには注意する必要がある。防災情報システムが目指す最終的なアウトカムは、多様な主体が、流通する災害リスク情報を活用して、効果的かつ効率的に防災・減災対策を執ることができることである。相互運用環境や防災情報システムは、あくまでそのための基盤・ツールにすぎない。したがって、相互運用環境の構築を進めると同時に、行政・企業・NPOなどの各機関や団体・地域コミュニティ、そして、自助・共助・公助として、災害リスク情報を活用した防災・減災対策を推進するための方策を国民一人ひとりが検討でき、実行に移していくことができるかどうかのポイントの鍵である。

これに対し、現状では、情報の提供やシステムの構築が最終目的であるかのように行われている施策が多くみられる。例えば、「洪水ハザードマップと防災情報に関する調査報告書」²⁹⁾では、ハザードマップの配布後、それに対するフォローアップが行われていた自治体は33.8%にとどまっている。情報の提供が行われても、それを活用するためのフォローアップやコミュニケーションが行われなければ、たとえ相互運用環境が実現したとしても、それが防災・減災対策に的確に活用されているとは言えない。中央防災会議「防災情報の共有化に関する専門調査会報告」においては、具体的施策として通信環境の整備や情報の共通化・標準化を進めるとともに、「平常時からの情報の的確な活用」として、災害時の防災行動に関する平常時からの周知、リスクコミュニケーションの実施、地域の特性に応じた防災対策のための情報共有、地域の災害関係情報の伝承と活用、といった施策の必要性がうたわれている。加えて、今後の検討課題として、①防災関係機関とマスメディアとの具体的連携

方策、②住民等における災害時の情報通信手段の具体的確保策、③住民などの中において防災情報の共有を調整する人や団体の育成・支援、④企業・NPO等も参加し充実した地域コミュニティにおける防災情報のあり方、⑤災害経験や教訓についての国際的な情報共有、の5点が挙げられている。これらの検討課題については、今後実社会において積極的な取り組みが行われることが期待されている。情報を活用して自助・共助・公助を具体的に支援する活用システムの研究開発、そしてこれらの活動を推進する社会的制度や情報活用ガイドラインの整備はそのための重要な課題として挙げられる。

すなわち、情報の提供・システムの構築・相互運用の実現を最終目的とするのではなく、情報の提供者が、自らが提供した情報が的確に活用されるようフォローアップを積極的に行うこと、一方、情報の利用者は、相互運用された防災情報システムを十分活用し、個々の防災・減災対策の検討、立案、そして、自助・共助・公助による防災行動を効果的に行っていくことが重要である。

8 まとめ

本稿では、防災・減災を検討する上で重要となる情報の効果的活用を目的とした「防災情報システム」について、その現状を俯瞰した上で、それぞれの防災情報システムで利用されている情報の統合利用と連動の必要性という課題を指摘した。そして、現状の問題を解消するために、多様な防災情報システム間で情報の流通がなされるための「相互運用」を提案し、これにより、情報の統合利用、連携による一連の処理が行われ、ユーザイノベーションが創出される可能性についても述べた。今後は、

この相互運用形式を実現するための標準仕様の検討や異種情報に関する仕様間の連携を加速するとともに、各機関あるいは団体の積極的な取り組みを推進するための情報提供ガイドラインの整備が必要である。また、この防災情報システムを活用した防災・減災対策を実現できるように、その効果的な実行方策や活用システムに関する研究開発が必要であり、これらを推進するための社会的制度や情報活用ガイドラインの整備も必要である。さらに、情報の提供者は、情報の提供・システムの構築・相

互運用の実現を最終目的とするのではなく、提供した情報が的確に活用されるようフォローアップを積極的に行うようにすることが重要である。一方、情報の利用者は、防災情報システムの相互運用を防災・減災のための基盤として活用し、対策の検討および立案、そして、自助・共助・公助による防災行動を効果的に行っていくことが重要である。

参考文献

- 1) 長期戦略指針「イノベーション25」(平成19年6月1日)
<http://www.kantei.go.jp/jp/innovation/saishu/070601.html>
- 2) 第72回総合科学技術会議資料「優先度判定等を実施した科学技術関係施策の平成20年度予算案」(平成19年12月25日)
<http://www8.cao.go.jp/cstp/siryō/haihu72/siryō1-2.pdf>
- 3) 「平成19年版 防災白書」
<http://www.bousai.go.jp/hakusho/h19/index.htm>
- 4) 中央防災会議「防災情報の共有化に関する専門調査会報告」(平成15年7月)
<http://www.bousai.go.jp/jishin/johokyoyu/hokokusho/02hokoku honpen.pdf>
- 5) IT戦略本部「IT新改革戦略」(平成18年1月19日)
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/060119honbun.pdf>
- 6) IT戦略本部「重点計画2006」(平成18年7月26日)
<http://www.kantei.go.jp/jp/shingi/it2/kettei/060726honbun.pdf>
- 7) 茅ヶ崎市「茅ヶ崎市地震シミュレーションシステム」
<http://bousai-chigasaki.jp/~jishin/>
- 8) (株)日立東日本ソリューションズ「室内危険度診断システム」
<http://www.hitachi-to.co.jp/products/sindan/>
- 9) 藤沢市「ふじさわ電縁マップ」
<http://gis01.city.fujisawa.kanagawa.jp/Portal.do>
- 10) 国土交通省国土計画局「地理情報共用 Web システム標準インターフェースガイドライン第1.0版」(平成19年3月)
http://www.mapgateway.jp/WMSGateway/guideline/guideline_b_1.0.pdf
- 11) 島田市・(独)防災科学技術研究所「eコミュニティしまだ」
<http://www.community-platform.jp/portal/>
- 12) (独)防災科学技術研究所「統合化地下構造データベースの構築」
<http://www.chika-db.bosai.go.jp/>
- 13) (独)防災科学技術研究所「MPレーダによる降雨観測情報(関東版)」
http://lapsus.bosai.go.jp/lapsus/dosha_map/viewer.htm
- 14) (独)防災科学技術研究所「リアルタイム浸水被害予測情報『あめリスク・ナウ』」
<http://gis.mapservice.jp/jp/go/bosai/MP-Radar/index.html>
- 15) 白田裕一郎・長坂俊成, 2007, 災害リスク情報に基づく行動支援システムの開発 - その一事例としての、浸水被害危険度予測情報に基づく要援護者救助支援システム -, 日本リスク研究学会第19回研究発表会講演論文集, Vol. 20, 353-358.
- 16) 各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議(第16回)「災害管理業務の業務・システム最適化計画の概要」(平成17年12月28日)
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/cio/dai16/16siryō1-1.pdf>
- 17) (独)防災科学技術研究所・(独)産業技術総合研究所「減災情報共有プロトコル」(平成18年9月)
<http://www.kedm.bosai.go.jp/project/info-share/infosharp/misp-1.00.028s.pdf>
- 18) (財)全国地域情報化推進協会「地域情報プラットフォーム基本説明書(V2.0)」(平成19年3月26日)
<http://www.applc.or.jp/APPLIC/2007/APPLIC-0001-2007.pdf>
- 19) (財)全国地域情報化推進協会「防災アプリケーション基本提案書(第2版)」(平成19年3月26日)
<http://www.applc.or.jp/APPLIC/2007/APPLIC-0003-2007/APPLIC-0003-2007.pdf>
- 20) デジタル放送地域情報XML共通化研究会「デジタル放送地域情報共通 XML フォーマット TVCML(TeleVision Common Markup Language) Version 2.0 XML仕様書 第1.0版」(2006年11月15日)
<http://www.tvcm1.jp/tvcm1/index.php?plugin=attach&refer=%A5%C9%A5%AD%A5%E5%A5%E1%A5%F3%A5%C8&openfile=TVCML20XML%BB%C5%CD%CD%BD%F1.pdf>
- 21) 国土交通省国土地理院「地理情報標準プロファイル Japan Profile for Geographic Information Standards (JPGIS) Ver. 1.0」(平成19年3月)
http://www.gsi.go.jp/GIS/jpgis/download/docs200703/JPGIS10_2007-03.pdf
- 22) 国土交通省国土地理院「JMP2.0仕様書」(平成16年3月11日)
<http://zgate.gsi.go.jp/ch/jmp20/jmp20spe.pdf>
- 23) ESRI ジャパン(株)「50mメッシュ標高(国土地理院)(承認番号平15総使、第257号)(WMS)」
<http://www.geography.network.ne.jp/explorer/details.jsp?goTo=details&docId={FDE98882-61B8-48DF-95A2-499BB373369D}&mode=null&loggedIn=null>
- 24) ESRI ジャパン(株)「ベースマップ(国土地理院空間データ基盤25000)(承認番号平15総使、第257号)(WMS)」
<http://www.geography.network.ne.jp/explorer/details.jsp?goTo=details&docId={1100F1A8-6ED7-453C-836F-2B5D666AAF65}&mode=null&loggedIn=null>
- 25) 国土交通省国土計画局「オルソ化空中写真ダウンロードシステム」

- <http://orthophoto.mlit.go.jp/>
- 26) (独)防災科学技術研究所「地すべり地形分布図データベース」
http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/jisuberi/jisuberi_mini/index.asp
- 27) 地理情報システム (GIS) 関係省庁連絡会議「政府の地理情報の提供に関するガイドライン」(平成 15 年 4 月 17 日)
- http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gis/guideline_20030417.pdf
- 28) (財)日本測量調査技術協会「個人情報保護及び国家安全保障等に配慮した高解像度航空写真の公開について(注意喚起)」(平成 19 年 3 月 26 日)
<http://www.sokugikyo.or.jp/gift/kanki0703-1.pdf>
- 29) 岩手県立大学総合政策学部牛山研究室・(社)日本損害保険協会「洪水ハザードマップと防災情報に関する調査報告書」(平成 18 年 7 月)
http://www.sonpo.or.jp/archive/report/technology_gen/pdf/0001/book_hazardkekka2.pdf

執筆者



客員研究官

白田 裕一郎

(独)防災科学技術研究所
 防災システム研究センター
 災害リスクガバナンス研究プロジェクト
 リスク情報研究チーム
 チームリーダー
<http://risk.bosai.go.jp>



博士(政策・メディア)。専門は環境情報学、空間情報科学。人工衛星画像による環境解析から、リスクコミュニケーション研究を経て、現在は災害リスク情報の流通と活用の研究開発に従事。誰もが無理なく・無駄なく・あらゆる知(情報)を活用できる社会の実現を目指す。

SCIENCE & TECHNOLOGY TRENDS



Science & Technology Foresight Center

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

このレポートについてのご意見、お問い合わせは、下記のメールアドレス
または電話番号までお願いいたします。

なお、科学技術動向のバックナンバーは、下記の URL にアクセスいただき
「科学技術動向・月報一覧」でご覧いただけます。

科学技術政策研究所は、平成 20 年 1 月より
千代田区霞ヶ関の中央合同庁舎第 7 号館へ移転しました。

文部科学省科学技術政策研究所 科学技術動向研究センター

【連絡先】〒100-0013

東京都千代田区霞が関3-2-2 中央合同庁舎第7号館東館16F

【電 話】03-3581-0605 【FAX】03-3503-3996

【U R L】<http://www.nistep.go.jp>

【E-mail】stfc@nistep.go.jp



文部科学省 科学技術政策研究所
科学技術動向研究センター

科学技術動向2008年2月